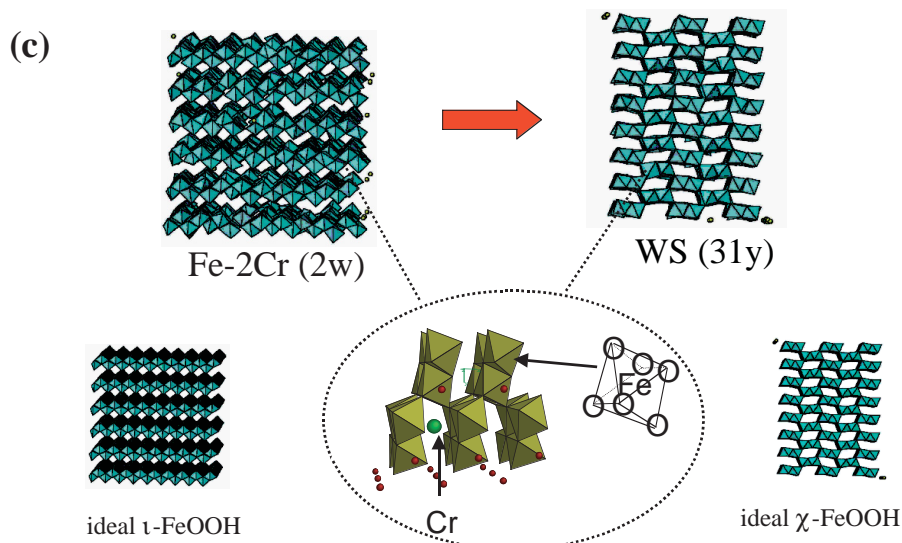
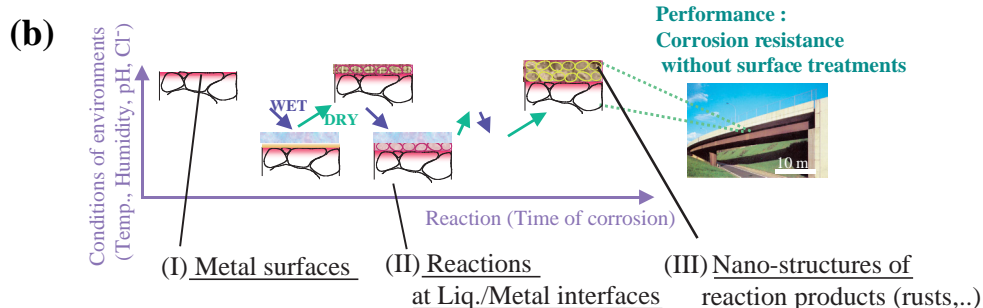
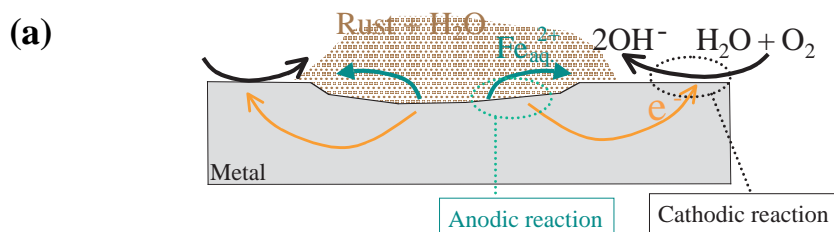
ISSN 0916－0604

PHOTON FACTORY NEWS

http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/

Vol.20 No.4
FEB 2003

- 放射光将来計画の検討状況について（II）
- 鉄が濡れるとどうなるか？ー液体／金属界面の反応観察ー
- 金属・半導体材料の反射小角散乱実験
- BL-7Aを使用したNEXAFS測定
- BL-9Aを利用したS, P K-edgeのNEXAFS測定

PFシンポジウム開催（3月18日,19日）

目　　次

施設だより ……………………………………………………………… 松下　　正 ……… 1

現　　状

入射器の現状 ……………………………………………………………… 榎本　收志 ……… 2
PF光源研究系の現状……………………………………………………… 小林　正典 ……… 3
物質科学第一・第二研究系の現状 ……………………………………… 野村　昌治 ……… 4
放射光研究施設評価報告書の要旨 ……………………………………… 野村　昌治 ……… 6
放射光将来計画の検討状況について（II） …………………………… 飯田　厚夫 ……… 7
つくばキャンパス将来構想委員会での議論の動向 …………………… 河田　　洋 ……… 8
強相関電子系の構造物性科学研究のために～ BL-1Aの現状 ～ ……………… 澤　　博、戸田　充 ……… 9
PF-AR NW2の立ち上げ進捗状況 …………………………………………… 河田　　洋 ………10
PF-AR NW12の立ち上げ進捗状況…………………………………………… 松垣　直宏 ………10
BL-5 ビームラインの建設状況 ……………………………………………… 鈴木　　守 ………10

お知らせ

平成15年度後期　フォトン･ファクトリー研究会の募集 ………………… 松下　　正 ………11
平成15年度後期　共同利用実験課題公募について ……………… 小林　克己、宇佐美徳子 ………11
放射光計算機システムの更新について ………………………………… 朴　　哲彦 ………11
PF出版データベース管理からのお知らせ ……………………………………………………12
平成15年度　高エネルギー加速器研究機構総合研究大学院大学「夏期実習」について ……… 加藤　龍一 ………12
国際交流施設建設に伴うユーザーズ・オフィス移動のお知らせ………………………………12
予定一覧……………………………………………………………………………………………12
高エネルギー加速器研究機構　物質構造科学研究所関連人事公募…………………………13
物質構造科学研究所・構造生物学グループ　博士研究員および技術員募集………………14
人事異動・新人紹介…………………………………………………………………………………15
運転スケジュール……………………………………………………………………………………16

最近の研究から

鉄が濡れるとどうなるか？－液体/金属界面の反応観察－ ………………… 木村　正雄 ………17
What Happens When Iron Gets Wet？ -Observation of Reactions at Liquid/Metal Surfaces-
金属・半導体材料の反射小角散乱実験 …………………………… 奥田　浩司、落合庄治郎 ………24
GI-SAXS Experiments of Inorganic Materials at BL-15A

建設・改造ビームラインを使って

BL-7Aを使用したNEXAFS測定 ……………………… 松家　則孝、大内　幸雄、関　　一彦 ………29
NEXAFS Measurement Using BL-7A
BL-9Aを利用したS, P K-edgeのXAFS測定 ……………………………… 赤井　俊雄 ………32
S, P K-edge XAFS Measurements with BL-9A

研究会の報告／予定

第20回PFシンポジウムのお知らせ……………………………………… 小林　克己 ………37
「X線・中性子による薄膜ナノ構造および埋もれた界面の
先端解析技術に関するワークショップ」のご案内 ………… 桜井　健次、平野　馨一 ………38
PF将来計画に関する研究会２
「X線位相利用計測における最近の展開」の報告 …………… 百生　　敦、平野　馨一 ………38
PF将来計画に関する研究会３「放射光マイクロビームと利用研究の展開」報告……………… 飯田　厚夫 ………39
PF研究会「内殻励起分光学の発展と展望」の報告……………… 小出　常晴、岩住　俊明 ………41

ユーザーとスタッフの広場

海外滞在記　“Stange, Bitte !!” ………………………………………… 松田　　巌 ………42

PF懇談会だより

表面化学ユーザーグループ紹介 ………………………………………… 近藤　　寛 ………45
PF懇談会総会のお知らせ …………………………………………………………………………46
PF懇談会拡大運営委員会報告…………………………………………… 宇佐美徳子 ………46
PF懇談会拡大運営委員会に参加して…………………………………… 齋藤　智彦 ………46

掲示板

放射光共同利用実験審査委員会速報 …………………………… 小林　克己、宇佐美徳子 ………47
物構研セミナー、放射光セミナー ………………………………………………………………49
平成15年度前期放射光共同利用実験採択課題一覧………………………………………………50
平成14年度第２期ビームタイム配分結果一覧……………………………………………………54

編集委員会から ………………………………………………………………………………………58

巻末情報………………………………………………………………………………………………59

（表紙説明）「(a) 教科書には腐食はAnodeとCathodeの２組の反応で進行すると書かれているが、(b) 実際の大気中腐食では時間の進行と反応条件が大きく変化し３つの視点からの観察が必要になる。(c) その結果ナノレベルの構造変化が判明し耐食性を向上させる微量元素の効果が初めて明らかになった。」（最近の研究から「鉄が濡れるとどうなるか？－液体/金属界面の反応観察－」より）

施設だより

物質構造科学研究所副所長　松下　正

オーストラリアビームラインが PF のビームライン 20B にありますが、オーストラリアの研究者はかねてからオーストラリア国内での放射光源建設計画を推進してきました。一昨年にメルボルン市の属しているビクトリア州政府が大半の資金を提供することを決断し、メルボルン市郊外にある Monash 大学に隣接して 2007 年から稼動することを目指して放射光源が建設されることになりました。リングの愛称が Boomerang20 というもので、いかにもオーストラリアらしい名称だという印象を受けます。1 月 29 日から 1 月 31 日に開かれたユーザーワークショップと引き続き行われた International Advisory Committee の会議に出席してきました。リングの規模・性能は 3 GeV、200mA、周長 216m、エミッタンス 7 〜 16nmrad、直線部 14（挿入光源用 11）というものです。リング稼動時に 9 本のビームラインを建設する予定であるのに対して 17 本のビームラインの建設の提案がなされていました。

ワークショップは参加者が 350 人を超す規模となり、極めて熱心な討論が行われました。ちょうど、20 数年前の PF の建設前の熱気を思い出しました。ユーザーワークショップの後に International Machine Advisory Committee と International Science Advisory Committee が開催されました。私は ISAC の方に出席しましたが、ここでもオーストラリア側および Advisory Committee の熱意を感じました。

この機会に見聞したことは、放射光施設のあり方、運営について大変参考になったと同時に、新しい優れた施設がどんどん現れてゆくなかで PF を競争力のある状態に保つための努力の重要性を再認識しました。

オーストラリアで作る放射光施設を国際的なレベルでみて第一級の施設にしようという意思がオーストラリアの研究者につよく見られました。PF も国際的な放射光施設であるべきと思いますが、どのような状態が国際的かを自問してみると、PF に行くことにより優れた実験機会を得られるということが、日本はもとより特に遠方の海外からも利用者が訪れることになると認識すべきと思いました。ハードウェア、ソフトウェア、サポート体制、スタッフの発信するサイエンスの成果など総合的な力が問われます。PF-AR のビームライフタイムの向上（実施済み）、2.5GeV リングの直線部増強（予算獲得の努力中）、ビームラインの見直し（PF 外部評価の結果を受けて検討を開始）、などを進めると同時に、努めて国内外の先進的とりくみをしている施設、研究者との接触・議論の機会をもつことが刺激になることを再認識しました。何が国際的に評価されるかを具体的に意識して毎日の研究活動をすべきと自戒しました。

次に気がついたことは、Advanced Light Source にいた Alan Jackson 氏が加速器部門の責任者としてオーストラリアに移っていますが、他には加速器の専門家がほとんどいないことです。この点は現時点ではオーストラリアの計画の弱点といえるかもしれませんが、それ故に International Machine Advisory Committee は頻度高く集まり作業をしているようです。得意でない部分は経験者の力を借りるという姿勢が伺えました。前回の施設だよりにも書きましたが、PF では施設の規模に比べて圧倒的にスタッフ数が少ないので、やはりユーザー、他施設、他機関との協力をもっと進めるべきと思いました。そのような協力を通じて開発的、挑戦的な課題に挑むことを心がけるべきと思いました。

放射光の工業的応用を促進しようという意識も強く感じられました。海外の他の施設でもこの問題についてはいくつかの課題を抱えながら種々の努力をしている様子が紹介されました。PF でもこの課題はもう少し積極的に取り組むべきと認識しています。

この他には、Advanced Photon Source の Dr. G. Shenoy のコメントが印象に残りました。施設のあり方に関し広範な問題に言及し大変よくまとまったものでした。特にそのうちで、リングやビームラインについてのコメントは印象的でした。マシンがサイエンスをドライブするのか、サイエンスがマシンをドライブするのか、ビームラインがサイエンスをドライブするのか、サイエンスがビームラインをドライブするのか、コミュニティーがビームラインをドライブするのか、資金提供者がビームラインの方向性を決めるのか、予算がビームラインの方向性を制約するのか、といったものです。このようなコメントの背景には、優れたサイエンスを行うための施設、ユーザーのための施設、という強い意識があると思います。また、ユーザーとの（ユーザーから見ると施設との）意思疎通の重要性も指摘し、オフィシャルなユーザー団体の設立はもとよりユーザーに月に 1 回程度は施設運営者と直接会って話をすることを薦めていました。PF でも運営協議員会、PAC、PF 懇談会運営委員会、PF シンポジウム実行委員会など、ユーザーの方々とコミュニケーションをとるチャンネルはこれまでいくつかありましたが、再度ユーザーの方々とのコミュニケーションの重要性を意識すべきと思いました。PF ニュースに記事を書くことや、ホームページに情報を載せることで、情報を伝えたつもりになることがありますが、それ以上に踏み込んで会話をすることの重要性を思い出させてもらいました。3 月 18 〜 19 日に PF シンポジウムがありますが、前日 3 月 17 日にはユーザーグループ代表の方々と PF 運営に責任をもつ私や主幹の方々との会合を予定しています。このような機会を有効に利用したいと思います。

数日の短い会合でしたが、英語漬けということ以上に、刺激を受けました。また、2 〜 3 年前に PF のあるユーザーの方から頂いたコメントを思い出す機会にもなりました。そのコメントは「PF が日本の放射光分野に貢献したのはよく分かった。しかしより大切なのは PF がこれからどのような貢献をしてくれるかだ」というものです。ご期待に沿えるようスタッフと協力して努力いたしますので、ユーザーの皆様にもご協力をお願い致します。

入射器の現状

電子・陽電子入射器
加速器第三研究系主幹　榎本收志

概況

昨秋 9 〜 1 月の入射器運転日程は以下の通りであった。

9 月 24 日	PF への入射開始
9 月 26 日	PF-AR への入射開始
12 月 20 日	PF、PF-AR 運転停止
1 月 14 日	PF への入射開始
1 月 15 日	PF-AR への入射開始

PF/PF-AR への秋期入射運転は大きなトラブルがなく順調に続けられた。PF-AR には昨秋から 3 GeV 入射を行っている。

運転統計

秋期運転は 87 日、2000 時間余りであった。入射器トラブルによる、この間の入射遅延時間は PF 入射で合計 51 分、PF-AR 入射で合計 145 分であった。これは運転時間の 0.17% に当る。ただ、全体に対する故障の割合が低くても、放射光利用実験の場合には沢山のユーザが決められた時間内にビームを利用されるので、1 回当たりの故障時間を短くすることも重要なことは承知しており、トラブルの防止と迅速な処理に努めている。

トラブルの主なものは、電磁石電源コントローラの故障（78 分）、スイッチヤード電磁石消磁のトラブル（34 分）、陽電子標的コントローラの誤作動（24 分）、ステアリング電磁石電源の故障（21 分）、ビームモニタのモード切換えトラブル（20 分）などであった。

PF-AR 3 GeV 入射

PF-AR が 2.5 GeV 入射から 3 GeV 入射に変えたことによって、入射器は 2.5 GeV、3 GeV、8 GeV の電子ビームと 3.5 GeV の陽電子ビームの合計 4 種類のエネルギー及び粒子の異なるビームを 4 種類のリングに切換え入射することになった。KEKB 入射器の安定運転のためビーム位置モニタ、ビームプロファイルモニタ（ワイヤスキャナ）等のハードウェアや位置、エネルギー等のフィードバックソフトを整備してきたおかげで、PF からの新たな要求に対しても、特に問題もなく対応することができ、直ちに順調な入射運転に入ることができた。PF-AR は真空系の増強等により蓄積ビームの寿命や安定性が改善され、順調に蓄積されているときは入射は 1 日に 2 回強である。初期蓄積電流は従来の 40 mA 前後から 50 〜 60 mA に増え、30 mA まで減ったところで、KEKB と時間調整して、再入射を行っている。

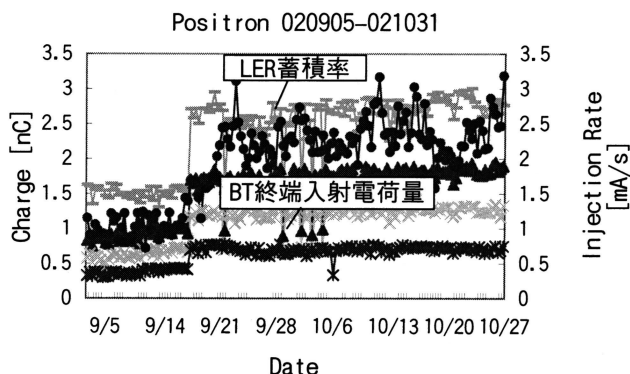
低速陽電子源

加速電流を増強し、より効率的に低速陽電子を利用するために放射線シールドを強化し許可申請を行なっていたが、昨年 12 月 27 日に認可が文部科学省から下りた。当面入射器の調整を進め、施設検査後、秋以降の共同利用を目指す予定である。

入射器の改善

KEKB は、衝突点の真空パイプ（ベリリウム製）でのリークのため、11 月 11 日から 1 月 10 日まで 2 か月の運転停止を余儀なくされた。この間、PF、PF-AR への入射の合間を利用して入射器改善のためのスタディや調査を行った。　昨年度から準備をしていた 8 電極 BPM (Beam Position Monitor) を利用したビームプロファイルモニタの試験の結果、アーク部での非破壊型のエネルギーモニタとして使えることが実証された。今後はスイッチヤードにおける利用も検討中である。

加速器を安定に動かすためには、空調や冷却水の安定化が欠かせない。そのため毎週加速器側の担当者と施設及び業務委託側の担当者が打合せを行い、緊密な連絡体制のもとに施設の安定化を維持している。又、定常運転での安定化とともに、入射器停止→運転再開に伴う冷却水安定化速度の改善も重要なことである。立上げ時間を数十分に改善することが可能になった。

陽電子生成用の大電流電子ビームの 2 バンチ加速のための技術も確立された。図は 9 月から 10 月末までの陽電子の入射状態をプロットしたものである。BT（ビームトランスポート）終端でのバンチ当りの陽電子の電荷量と LER（KEKB の陽電子蓄積リング）への蓄積率が、2 バンチ加速モードによって 2 倍化され、かつ安定して入射されていることがわかる。

新年の抱負

入射器はここ数年の努力により　PF、PF-AR、KEKB に安定かつ効率的に入射運転を行うことができるようになったが、今年も入射器のより一層の安定化を目指す。又、新たな挑戦として、低速陽電子施設の共同利用の開始や C バンド加速管によるビーム加速（KEKB 増強 R ＆ D）などを目指したいと思っている。

PF 光源研究系の現状

放射光源研究系主幹　小林正典

PF リング：

秋の運転状況

昨年の 9 月 24 日に PF リングを立ち上げ、9 月 27 日に予備光軸確認、10 月 2 日朝に通常の光軸確認を済ませてマルチバンチによる秋のユーザー運転を開始した。この間、夏に交換したクライストロンに真空リークが発生し、再び旧クライストロンに戻し 3 台で立ち上げるということが起こったが、10 月 1 日からは通常の 4 台として運転を続けることができた。なお、リークしたクライストロンをメーカーへ送り原因調査を行ったところ、出力窓水路からのリークと判明し修復することにした。また、2.5GeV 単バンチ運転を 11 月 12 日から 18 日朝まで行い、19 日からは通常のマルチバンチ運転に戻した。その後 3.0GeV 運転を秋の運転の最後となる 12 月 10 日から 12 月 20 日朝までの間に行って、秋期運転を終了した。

12 月 4 日に PF 地区の停電があり運転がストップした。原因は PF エネルギーセンターから KEK-B へデーターを送るインターフェースの工事中に PF 地区での電力遮断が起こったためである。更新作業中の人為的ミスであり、ユーザー運転中のマシンがある区域での作業であることを充分に認識して作業計画・手順を定め、再発を防ぐよう強く申し入れを行った。

冬の停止期間中の作業

運転終了後、暮れの押し迫った期間ではあったが、B4-B5 直線部にテスト用アンジュレーターを挿入設置すること、マシンスタディ用セラミックスダクトを設置するという二つの作業を行なった。真空を破っての作業であるので、すぐ上流の B4 クロッチアブソーバー窓の大きさを変更するために、新しいクロッチアブソーバーを交換挿入する作業も行なった。正月休みに入ることもあって現場でのベーキングなしでリングを立ち上げることにした。

冬の立ち上げと運転状況

2003 年 1 月 7 日（火）朝に先ず入射器の立ち上げが行なわれた。放射光学会合同シンポジウムが姫路で開催されたこともあって、この間 KEK-B Factory リングが立ち上げられた。PF リングは 1 月 14 日（火）朝から立ち上げが開始された。ベーキングなしでリングを立ち上げ、しかもユーザー運転までわずかに 2 日しか採らない運転スケジュールとしていたため、ユーザー運転開始時までに必要な Iτ 値が得られるか多少の心配があったが、順調に Iτ の値は伸び、運転開始時にはおよそ Iτ =800Amin 以上とすることができた。したがって、これまで同様、1 日一回の入射を毎朝 9 時に行なうこととした。光軸確認後冬のユーザー運転とした。その後 Iτ 値は順調に伸び、1200Amin となっている。この運転は 2003 年 2 月 28 日（金）朝に終了する。その後、直ちに制御計算機の更新が始まる。現行機種の撤去、新型機種の納入、設置立ち上げ調整が行なわれる。詳しくは制御計算機担当者から報告がなされると思う。

3, 4 月の停止と直線部増強計画

3 月に PF リング制御計算機の更新が予定されているため、PF リングは 2 月末日で運転を停止する。更新作業については「お知らせ」欄を参照していただきたい。

PF リングの 4 極電磁石を偏向電磁石側に近づけることで直線部を新たに生み出し、そこに新たな挿入光源を設置するという「PF 直線部増強計画」を放射光研究施設内予算のやりくりによって現在進行させている。概算要求や機構内予算措置による計画の実施には至っていないが、直線部増強による挿入光源の数と種類を増やすことは非常に重要と判断している。この計画ではリングから放射光を取り出すクロッチの下流部、すなわち基幹チャネル最上流部では 4 極電磁石と基幹チャネルが構造上干渉してしまうことが起こる。これを避けるため基幹チャネルの特に最上部をスリムにする改造を順次進めている。この 1 年間、基幹チャネルのハードは製作してきていて、この春の 3 月および 4 月の運転停止時に BL-2、-3、-4、-13 について更新のための撤去・設置作業を行う。これらの更新された基幹チャネルの動作試験は単体で行なうが、 4 月 24 日に総合動作試験を行なうことを検討している。また、BL-18、27、28 については夏の工事を行うべく準備している。

またこの停止期間中に、光源棟の空調機の全面的交換作業を行う。この作業も PF リングが運転しているときには出来ない作業であり、年度末から年度始めにかけてたまたままとまった停止期間がとれたことで可能となった施設関係の保守・更新作業である。

PF リング立ち上げ予定は連休明けの 5 月 6 日（火）、ユーザー運転は 12 日（月）である。詳細はスケジュール表を参照していただきたい。

PF-AR リング：

PF-AR リングは 9 月 26 日から秋の運転をスタートした。秋の運転では、それまでの入射エネルギーを 2.5GeV から 3.0GeV に高めることで入射時のビーム不安定性を克服し、50mA を越えるまでにビームを蓄積することに成功した。

これまでは各種の要因による加速やビーム蓄積、軌道確保に問題があっても、適正にメンテナンスされていない加速器故に、加速のためのエネルギー投入による電磁石、高周波空胴、真空ダクトなどの温度変動や日較差による軌道の変動があっても補正することが出来なかったが、高度化改造後はこれらの要因を分離し対応策をとることが出来るようになった。例えば、トンネル内に温度計を多数増設してトンネル内温度を常時監視できるようにした。リング内で温度の絶対値が異なるのはあるにしてもその変動がバラバラで日較差や季節に依る温度変動に対応し切れていないことなどが判明してきた。温度変動は一日程度の時定数のものと一週間程度のものとがあり、今後の安定な運転に反

映していきたい。温度変動と高周波加速空胴 HOM (Higher Order Mode) との関係も今後解明が進むと期待できる。ビーム電流×ビーム寿命の値は 10 月初旬には 40Amin 程度であったが、50Amin にまで性能が高まっている。初期ビーム電流も 50mA を越えるようになり、マシンスタディ中には 60mA をストーレジするまでになっている。大電流運転に向けて、今後高周波加速空胴の動作条件を追いつめていけば、ユーザー運転でも 60mA が可能となろう。ビーム寿命の急落頻度も減少してきていて、目標としていた一日 3 回入射がほぼ毎日達成されるようになった。臨床応用では 5.0GeV 運転を行っているが、加速や軌道補正のマシンスタディの結果調整が進み、安定な臨床応用が可能となった。臨床応用としてはこの秋に 5 回行われたが、安定に使っていただけると考えている。

このような性能向上の裏側では、各種の機器の故障が起こっている。収束用四極電磁石（QF）の整流コイルが加熱して損傷、キッカー電磁石のノイズが警報系に影響を与えたり、冷却水流量計のトラブルなどがあった。PF-AR は入射器を KEK-B と共有していて入射路も途中までは共通で、その後 AR 専用の入射路となっている。このようなシステムであるので、入射路のパラメータの一部が KEK-B のそれと混在することがあった。今後このような事柄についても独自にデーターを管理するようにしていきたい。

運転は PF リングと同様､2 月末日で終了である。その後、4 月 1 日から立ち上げ 25 日まで運転し連休に入る。その後 5 月 8 日（木）に立ち上げて春の運転がスタートする予定である。

物質科学第一・第二研究系の現状

物質科学第一研究系主幹　野村昌治

運転・共同利用実験

平成 14 年度第二期 (10 ～ 12 月) の運転では 12 月 4 日に停電が起こり、実験者の方々にはご迷惑をお掛けしました。この停電は点検中の作業ミスに由来するもので、再発防止を強く申し入れました。この様な障害もありましたが、12 月 20 日には無事運転を終了することが出来ました。

平成 15 年 1 月 16 日には光軸確認を行い、第三期の共同利用実験を再開しました。第三期の運転は 2 月末で終了し、平成 15 年度の運転は 5 月 6 日に開始されます。この間、PF では直線部増強へ向けたビームライン基幹チャンネルの更新、PF の計算機システムの更新、光源棟の空調設備更新、BL-27 付近の RI 利用エリアの空調設備更新、実験ホールの放送設備改善等停止期間でないと実施出来ない多数の作業が予定されています。ビームライン関係では構造生物学実験用のマルチポールウィグラーを光源とする BL-5 の建設作業が行われると共に、BL-15A の電源増強等の改修作業が予定されています。また、3 月 18、19 日には PF シンポジウムが開催されます。

2003 年秋以降は 9 月中旬から 12/20 頃、2004 年 1 月上旬から 3 月中旬の運転を予定しており、機構の予算事情にも依存しますが、2002 年度並の運転時間を確保する予定です。2003 年度の予算状況にも依りますが、早ければ直線部増強のためにリング改造のための長期運転停止を 2004 年度に考えています。

PF-AR 関係

放射光の取り出しに問題の出ていた NE3 も 10 月末には問題が解決し、実験を開始することが出来ました。障害の原因は建屋壁の変形に気付かず以前の基準線上にビームラインを並べたためと考えられます。その後は順調に運転を続け、PF 同様に 12 月 20 日に運転を停止しました。PF-AR 高度化後、平成 14 年 1 月からの立ち上げ、スタディの結果、ビーム寿命が伸び、ほぼ 1 日 3 回入射で実験を行えるようになり、ビームの安定性も格段に改善されました。

ビームライン関係でも時分割実験用の NW2 の立ち上げ、構造生物実験用の NW12 の立ち上げ作業も進み、予備的な利用実験を開始出来る状態になってきました。

また、2002 年 3 月に竣工した PF-AR 北西棟には準備室、ユーザー控室等の整備が進められており、PF-AR 地区における研究環境の改善が期待されます。

第 14 回放射光共同利用実験審査委員会（PF-PAC）

1 月 29、30 日の両日に亘り実験課題審査部会で G 型、P 型申請の審査が行われた後、30 日午後から PF-PAC が開催されました。ここでは条件付きを含め 139 件の G 型、G 型から P 型への変更を含め 4 件の P 型、1 件の S1 型、2 件の S2 型課題が採択されました。審査結果の詳細は「掲示板」の記事を参照して下さい。

人の動き

非常勤研究員の公募を前号に掲載しましたが、選考の結果、(1)James Harries 氏、(2) 野澤俊介氏を採用することとなり、各々 1 月 20 日、1 月 1 日付で着任されました。J. Harries 氏は昨年 5 月まで学振外国人特別研究員として、強電場中の原子の多電子光励起過程の研究に従事し、その後英国 Queens University of Belfast でポスドクをされました。着任後は東助教授と共に強電場中の原子の多電子光励起過程の研究に従事します。野澤俊介氏は東京理科大出身で逆光電子分光器の開発、光電子分光を用いた近藤絶縁体の研究などを手掛けて来られましたが、着任後はＸ線吸収分光／Ｘ線発光分光を用いて光誘起相転移を示す物質の研究に取り組みます。

一方、河田教授と共に高分解能コンプトン散乱実験法を開発し、運動量密度分布の三次元再構成法を用いて金属合金のフェルミ面形状測定とその相変態との関係を調べることを行ってきた松本勲氏が 11 月末に退職されました。12 月からは埼玉工業大学で制御関係の教育業務を受け持ち、学生の指導を行いつつ、また一方で本研究機構の特別研究

員として研究活動を継続されています。東助教授と共に金属原子の多電子光励起過程の研究に従事してきた鈴木忠幸氏は 12 月 31 日付で退職されました。また、非常勤研究員として間瀬助教授と共に従来より 10 倍高性能となる高感度電子－イオンコインシデンス分光装置の開発、XeF_2 による Si(111) 表面のフッ化過程を研究して来られた小林英一氏も 1 月 15 日に退職されました。氏は産業技術総合研究所 計測標準研究部門 無機標準研究室の特別研究員として放射光を用いた材料の表面深さ方向解析を研究されます。

おねがい

ビームラインや実験装置に関して平均的にサポートをすることは予算的、マンパワー的に非効率で現実的にも困難となってきています。この様な状況下で PF としてのサポートに色分けをする必要があり、その様な作業を進めつつあります。この分類ではビームタイムの需給状況、報文出版状況等アクティブに研究活動がなされているか、性能的に十分な競争力を有しているか、サポート体制が組めるか等を先の外部評価も参考にしながら案を作り、PAC の研究計画検討部会、PF シンポジウム等での議論をお願いしたいと考えています。参考のためビームライン毎の報文出版状況を表に示します。個別の論文については web で検索してください。同様のビームラインの色分け例は英国 Daresbury の SRS でなされており、その結果が web で見られます (http://srs.dl.ac.uk/bob-cernik/station_plan_3.htm)。

次年度は大幅な予算削減が避けられない状況となってきています。厳しい予算の中でも PF が世界の中で競争力を保つための投資、とりわけ直線部増強やビームラインより上流側への投資や将来計画に繋がる技術開発のための投資は継続したいと考えています。従って個々の実験装置の整備に当たって従来の様に PF の予算の中で手当てすることは相当に困難な状況となってきています。ユーザー各位におかれましても PF が施設整備をするのを待つのではなく、PF と共同して各種の予算獲得に努力して頂く、またはその様な提案を積極的に行って頂くようお願い致します。

また、今後の予算拡大を目指すためには PF を用いた研究成果を分かり易い形で各方面に紹介していくことが重要です。予算折衝は機構長、所長等が当たりますので、良い研究成果がでた時はビームライン担当者や主幹等にお知らせ頂くようお願いします。また、報文等を書かれる時は PF の共同利用実験課題として実施されたことを必ず明記し、出版された時はデータベースへの登録・別刷り送付をお忘れなく。

ビームライン別報文出版状況

BL	‘97	‘98	‘99	‘00	‘01	‘02	‘82-‘02	‘97-‘02
1A	2	5	6	2	0	0	118	15
1B	0	0	7	11	3	2	36	23
1C	0	3	10	17	10	1	48	41
2A	4	2	4	1	0	0	53	11
2B	19	14	3	2	0	0	104	38
2C	2	2	1	6	3	3	18	17
3A	1	18	11	19	13	10	91	72
3B	11	9	15	8	2	4	90	49
3C	1	1	2	0	2	1	14	7
4A	15	20	18	11	6	1	229	71
4B	13	11	10	4	13	3	118	54
4C	6	7	11	11	4	6	169	45
6A	40	37	62	35	33	11	319	218
6B	29	19	38	17	6	4	296	113
6C	4	6	1	3	1	0	64	15
7A	1	3	1	2	6	3	32	16
7B	0	5	5	3	4	0	32	17
7C	68	48	57	40	35	11	588	259
8A	0	2	0	0	0	0	20	2
8B	0	0	2	1	1	0	16	4
8C	1	3	2	1	0	0	49	7
9A	0	0	2	9	22	5	46	38
9C	1	1	2	3	7	2	49	16
10A	6	10	6	9	6	2	91	39
10B	74	43	56	45	38	24	856	280
10C	15	25	24	16	17	9	320	106
11A	5	7	9	7	7	4	146	39
11B	22	11	17	6	5	2	176	63
11C	1	6	7	4	2	4	75	24
11D	2	6	7	1	0	5	145	21
12A	3	2	4	1	1	6	83	17
12B	3	2	0	5	2	3	44	15
12C	11	15	30	19	25	9	143	109
13A	0	1	0	0	0	1	2	2
13B	3	4	6	5	3	1	38	22
13C	8	3	5	4	3	0	36	23
14A	7	12	7	11	7	1	135	45
14B	7	8	9	10	7	4	78	45
14C	12	14	7	10	7	6	156	56
15A	26	24	28	17	18	11	342	124
15B	2	8	10	6	6	3	98	35
15C	8	13	7	8	14	2	129	52
16A	3	7	5	4	3	4	43	26
16B	2	3	4	6	4	6	33	25
17A	4	1	2	2	3	0	19	12
17B	0	0	0	0	0	0	11	0
17C	1	2	3	0	0	0	15	6
18A	9	9	9	3	3	11	82	44
18B	23	18	48	25	20	14	195	148
18C	10	12	10	8	13	6	60	59
19A	5	7	4	1	8	7	52	32
19B	9	10	2	6	7	1	48	35
20A	5	4	7	1	1	2	47	20
20B	0	0	1	0	0	0	3	1
27A	8	7	10	10	9	4	82	48
27B	3	5	10	5	6	4	43	33
28A	2	6	4	3	3	0	40	18
28B	5	3	4	5	3	1	29	21
NE1A	6	7	7	4	5	0	71	29
NE1B	3	3	3	2	1	0	32	12
NE3	1	4	0	3	0	0	29	8
NE5A	10	8	4	5	2	0	60	29
NE5C	5	9	1	2	5	1	111	23
総数	495	488	542	443	422	226	7077	2616

注：単純にビームライン名で計数してある。
複数のビームラインを使用した報文は重複計数してある。
3A1、3A2、3A3 等は合算してある。

放射光研究施設評価報告書の要旨

物質科学第一研究系主幹　野村昌治

「放射光研究施設評価報告書」[1] が放射光研究施設評価委員会（黒田晴雄委員長）によってまとめられた。これは機構化前の 1995 年に行われた放射光実験施設の外部評価 [2] 以後の PF について、前回は十分に行なかった各ビームラインの状況にまで踏み込んで評価することを目的とし、ビームライン、共同利用実験、将来計画等について評価、提言を頂いた。このため委員会の下に 6 つの分科会を設け、各ビームライン担当者からのヒアリングを行った。委員会の組織等については [1、3] を参照して頂きたい。

この間、高エ研の機構化、SPring-8 の稼働という大きな情勢の変化があり、一方 PF 内では PF リングの高輝度化、PF-AR の高度化が行われた。現状では約 70 の実験ステーションがあり、ユーザーの所属は関東地区にウエイトがあり、ユーザーの内 85% が X 線領域を利用する状況となっている。

評価報告書には多くの提言がなされているが、その中から特徴的なもの、重要と思われるものを記した。評価報告書は下記の web に掲載しているので、詳細はそちらを参照して頂きたい (http://pfwww.kek.jp/hyoka02/)。

1. 分科会報告

各分科会からの報告要旨は以下の通り。

電子物性分科

内部スタッフが強力に研究を推進してきたビームラインや固定された観測装置があるビームラインで成果が上がっている。一方、アンジュレーターと偏向部ビームラインの間で研究の量・質両面で落差が顕著になっている。高輝度 VUV/SX 光源計画の推移を注意深く見ながら将来計画を検討することが必要。

構造物性分科

関係する全てのビームラインが良く機能し、多くの研究成果が上げられている。SPring-8 の稼働を受けて PF で「何をしないか」を明確にし、類似した性格のビームラインの統合を図ること、XAFS については材料開発、産業利用を積極的に進めるビームラインの整備が重要である。

生命科学分科

蛋白質結晶構造では簡便で迅速なデータ収集環境が必要で、操作法を統一すること、一つの蛋白質の構造解析を一回の訪問で行える環境の整備が必要である。

材料分科

材料研究という視点からすると PF の安定な光源は魅力的であるが、一部の装置で老朽化が目立ち、整理統合、高度化が必要である。ユーザー独自で調整を行えるように取扱説明書を整備すること、担当者の再配置を含めた人員配置、産業利用の促進等が必要である。

化学分科

取扱説明書や解説記事の整備によって多様なユーザーを開拓出来ているビームラインがある反面、取扱説明書が整備出来ていない所もある。分光光学系の開発・安定化を含む高性能化を含むチャレンジングな取り組みは十分でない。類似のビームラインがある場合、実験装置を常設するステーションよりチャレンジングな研究を行うステーションの切り分けが必要である。

装置・方法論分科

ビームライン・実験装置の信頼性を上げて、取扱を容易にすること、取扱説明書を整備することが重要である。また、制御系や光学系の質や保守レベルが大きくばらついている。第二世代光源として最高峰を目指すものと一般的な計測を容易に行うことに特化したものに分化することが必要である。

2. 光源・ビームライン・共同利用の評価

光源加速器については老朽化対策と共に利用実験者のニーズを的確に把握して性能向上を行うこと、第三世代光源と比較して貧弱な挿入光源の数、性能の充実が必要である。

ビームラインに関しては S 型課題を活用してある期間専用化を図ること、国内他施設の状況も考慮してアクティビティの低下しているラインの整理等高い視点から戦略的な判断をすることが求められる。欧米の放射光施設と比較して格段に乏しいマンパワーを考えると高い共同利用支援レベルにあるが、ユーザーの多くが物質・材料系研究者に移っており、スタッフの専門分野がニーズと対応していない。またユーザーと協力して取扱説明書の整備や実験装置類の信頼性・使い勝手の改善が求められると共にこれらの仕事に対する評価も必要である。職員数の増大が無理な場合は過度の労働によるアクティビティの低下を防ぐためにポスドク等のマンパワーの増強を図ると共に、PF が管理するビームライン数を適正値まで下げたり支援レベルに差を付けること等を検討する必要がある。単に大強度化ではなく高性能な検出系や優れた解析ソフト整備、将来計画へ向けた技術開発が必要である。

課題審査については審査期間の短縮が望まれるが、丁寧で適正な方法である。S 型課題はかなりの成果を上げている。各研究分野の特殊事情を勘案した柔軟なビームタイム配分方式を検討することが必要である。内部組織に関しては構造生物学研究グループの組織化は評価でき、更にグループ化を推進すべきである。

3. 前回提言に対する対応の評価

マンパワー不足に対してはポスドク、業務委託の増加や協力ビームライン制度によって職員の負荷が軽減されていることが評価できる。負荷の軽減に対応して研究成果が伸びていないことに関して検討が求められる。

構造生物学のような特色ある研究チームを PF 内に育てていくこと、S 型課題の増加が望まれる。

国際協力に関しては中国等に対する協力よりも欧米の第二世代施設との協力を行うことが望まれる。

総研大生の更なる増加も検討すべきである。

4. 助言と提言

直線部増強を速やかに推進するとともに、光源としての先進性と多くのユーザーのニーズに応えるという性格を兼ね備えた新しい放射光源を将来計画としてうち立てることが必要である。

PF の特性を考慮して「最先端の放射光性能の研究」というより「放射光を用いた物質・生命科学の推進」を重視すべきである。このために積極的に放射光以外の分野へ出かけて放射光で何が出来るか議論・探索することが望まれる。

特定の研究に特化したビームラインと周辺設備の充実、並びに宿舎を含めた周辺環境の整備が必要であろう。

web は見劣りがし、専任の広報担当者を置いた広報活動が必要である。産学協同利用センター等を設置して放射光の産業利用を推進することを検討すべきである。一方でいつでもアクセスできる汎用ビームラインを整備すべきである。

職員個々人の業務・研究内容を的確に把握し、指導、助言を行うために成果報告書、研究・業務計画書を義務付けること、職員個々人が学会等でアクティブに研究報告を行いビジブルであることが重要である。また、人事の流動化の視点から任期制の導入を検討することが求められる。

以上が評価報告書の要約である。評価委員会からの提言は多岐に亘り、また挿入光源の増設や実験装置の整備は予算面の制約から容易に実施出来ない点もあろうが、ユーザーの方々のご協力を頂きながらより良い放射光研究施設を目指して努めてゆきたい。提言にあるビームライン数の適正化や支援レベルに差を付けることについては既に検討を開始している。PF の直線部増強後のビームライン整備や高輝度 VUV/SX 光源の建設も絡み相当に複雑な検討が必要であるが、早急に整理し、提案をまとめたい。ビームラインの改廃に当たってはユーザーの方々のご理解、ご協力が不可欠であると考えている。また予算と人材が不可欠である。「現状」に記したように各種状況は楽観を許さず、ユーザーグループ等からの積極的な行動も期待したい。

web については既に相当の整備を行い、共同利用関係、運転関係の情報は充実してきたと考えている。今後、各実験の成果を速やかに web に掲載し、広報に活用することについても検討を行っている。PF の組織についてもニーズに合ったものに作り替える必要があり、ユーザーの皆様のご協力をお願いする。

参考文献

[1] 放射光研究施設評価委員会、「放射光研究施設評価報告書」2002.

[2] 放射光実験施設評価委員会、「放射光実験施設評価報告書」1995.

[3] 松下正、PHOTON FACTORY NEWS 19 (3) 1(2001).

放射光将来計画の検討状況について（II）

物質科学第二研究系　飯田厚夫

PF 放射光将来計画についてはこれまで継続的に検討を重ねてきましたが、検討結果についてまとめる作業を進めています (Photon Factory News, Vol.20, No.2, p.1, ibid p.7, No.3, p.6)。大型の放射光施設に期待されるものは、先端的放射光の発生とその新しい利用技術・方法論の開発の中心となる組織であるという＜先端性＞、また広範な放射光利用研究分野における最先端の課題に対して効率よく高度な放射光実験を行える機会を与える施設であるという＜高度化された汎用性＞の２つの面です。将来計画に対する PF の基本的な考え方は、この 2 つの側面をバランスよく満足させることができるような新しい施設を創ることです。この観点から現在は PF 将来計画として ERL(Energy Recovery Linac) をベースにした放射光源を検討しています。ERL では直線加速器を光源として使うため、蓄積型リングでは達成不可能な高輝度 (10pmrad)、短パルス（サブピコ秒）放射光を得ることが期待されます。また適当な加速器の構成によっては多様なユーザーの要望を満たすことも可能です。初期には multi-pass 型の ERL と蓄積リングを組み合わせた案を検討し、2002 年 3 月の PF シンポジウムでも概要を紹介しました。その後、将来計画ワーキンググループで具体的な磁石配列や建屋のサイズなどを検討していく過程で、より単純な構成の ERL 案の検討が必要であるとの認識から、現在は single-pass 型の ERL を中心に検討しています。ここでは経過報告として後者の single-pass 案を簡単に紹介し、また ERL の先端性によって可能になる研究領域の例についても検討の概要を説明します。

新光源はアンジュレータが約 20 本設置可能なデザインとし、また加速器を KEK 敷地内に建設することを想定し、ERL のアーク部（挿入光源を設置する場所）のラティス設計を行っています。まず 7m の短直線部を設けた基本セル（TBA (Triple Bend Achromat) ラティス）を設計し、この基本セルを拡張し 35m の中直線部を設けたセルを作りました。これらのセルをつなぎ合わせて ERL のアーク部のラティスとし、さらにライナック部および長直線部 (200m 級挿入光源設置可能。tentative) でつなぎ合わせて ERL 全体を構成しています（図 1）。図では 5m 級の挿入光源が 6 箇所、30m 級が 2 箇所設置可能となっており、光源全体と

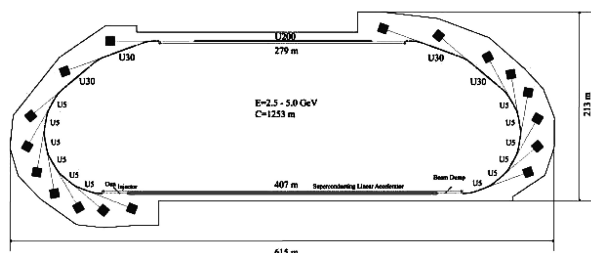



図 1　single-pass ERL を想定した場合の全体図（案）。ERL の周長は約 1250m で、加速器および実験ホールを含めて横 600m、縦 200m 程度の敷地となる。

しては 17 本の挿入光源が利用可能となっています。ERL 光源の主なビームパラメータは別表の通りです。ただし、これらは検討中のパラメータであり､あくまで目標値です。

表　ERL の主なビームパラメータ（暫定案）

Beam Energy	2.5~5.0 (GeV)
Injection Energy	10(MeV)
Circumference	1253(m)
Beam Current	~100(mA)
Normalized Emittance	~0.1 (mmrad)
Horizontal emittance	~10.0 (pmrad) at 5.0 GeV
Vertical emittance	~10.0 (pmrad) at 5.0 GeV
Energy Spread	~5 x 10^{-5}
Bunch Length	1(ps) ~ 100(fs)
RF Frequency	1.3(GHz)
ACC. Gradient	~20 (MV/m)
Long Undulator	200(m) × 1
Middle Undulator	30(m) × 4
Short Undulator	5(m) × 12

ERL は現在各国の施設で有力な次期放射光源として計画の検討が進んでいます。エネルギー回収型の大型の加速器はまだ稼動していないために、まずはテスト器で建設・運転の経験を積んで本格的な大型放射光施設の設計・建設に進むものと考えられています。KEK においても、加速器研究施設と共同して「ERL 原理実証機」案が検討され、予算要求されています。レーストラック型（周長約 70 m）の加速器で、ビームエネルギーは 100 MeV（将来的には 200~300 MeV 以上）、ビーム電流は 100 mA が想定されています。

ERL の放射光源としての先端性は放射光利用研究の立場からは、①短パルス（ピコ秒以下）、②高いコヒーレンス、③ナノビーム（10nm）の実現、などにまとめられます。これらの応用研究の展望についてはこれまでも検討を重ねてきましたが、昨年 10 月～ 11 月には 3 件の PF 研究会を開催し、新たに拓かれる放射光利用研究の地平について多くの関係する研究者に議論していただきました。また８つのユーザーグループからは新光源での利用研究の具体的提案もいただきました。検討されている研究の一端を紹介します。短パルス放射光利用は最も ERL の特徴が出ている分野で、光誘起相転移現象の解明や励起エネルギーの伝播機構の解明などの野心的テーマが検討されています。Ｘ線の位相やコヒーレンスを利用した研究は既に現在多方面で活発な研究が展開されていますが、Ｘ線光子相関分光法、Ｘ線コヒーレント光学、Ｘ線コヒーレント散乱などの大幅な進展が期待されます。ナノビームが実現すればナノ構造解析やナノ領域での物性評価が進み、多くの分野への波及効果があると思われます。またこれらのいくつかの特性は構造生物学とその関連分野の今後の展開に不可欠なツールを提供することになります。同時にこれらの利用研究の実現を支える装置関連技術、光学系、検出器、施設エンジニアリングの諸問題も検討が始まっています。

以上の詳しい内容については、3 月中旬に出版予定の将来計画レポートを参照していただくようお願いいたします。また Web でも公開する予定です。本稿を書くにあたって放射光光源研究系小林幸則氏および加速器作業グループのご協力を得たことに感謝いたします。

つくばキャンパス将来構想委員会での議論の動向

物質科学第二研究系　　河田　洋

つくばキャンパス将来構想委員会は昨年 4 月から高エネルギー加速器研究機構の運営協議会の下に作られた委員会であり、その役割は、原研との統合計画が進行した後のつくばキャンパスで今後 5 ～ 10 年に渡ってどのような研究体制が必要か議論をし、この年度末までに答申を提出する事である。放射光関係からは委員として、所内から若槻教授、小林幸則助教授、そして私、所外からは雨宮東大教授が参加している。

放射光関係将来構想の最初のヒアリングは昨年 6 月に行われ､基本的な将来構想の考え方が示された。すなわち、放射光科学は多岐の分野に渡っており、放射光の先端的性能を用いて新しい研究手法開発し、それを用いて新しい学問分野を切り開く研究テーマと、普遍的な放射光測定技術を用いて物質そのものの研究を進めるテーマとに大別できる。KEK － PF が放射光科学の世界的な研究拠点としての位置付けを担い続けるためには、これら両者の研究をバランス良く維持して行くことが重要であり、そのような研究体制とそれを可能とするハードウェアの整備が必要である。そして、放射光源の基本的なハードウェアを Energy Recovery Linac (ERL) とし、ある部分では先端性を保ちながら、一方多くの実験者に優れた実験機会を提供することが出来るというものである。その後、2 度に亘って、ヒアリングが行われ、ERL によって得られる超高輝度放射光によって拓かれる研究分野に関して補足説明、年次計画、及びそれに必要とされる予算規模の見積もりが報告された。また、物構研運営協議委員会の下に PF 将来計画検討 WG が設置され、利用者懇談会、ユーザーグループなどと連携を図りつつ､検討作業が進行していること､また､種々の研究会、セミナーが企画され、コミュニティーの意見集約の状況に関しても報告された。

このようなヒアリングの材料を元にして、委員会としての答申案を議論する段階となってきている。答申そのものの最終草稿は現在議論中であるが、委員会の総意として以下のような答申文を盛り込み、放射光の将来構想をサポートする方向性が出てきている。

「提案された ERL を基本的なハードウェアと位置付けた放射光科学分野の将来構想は、放射光の先端的性能（超高輝度光源、もしくはコヒーレント光源、あるいは短パルス光源）を用いて切り開く研究と、汎用的な放射光測定技術を用いる研究をバランス良く実現することができる提案である。KEK － PF が放射光科学の世界的な研究拠点とし

ての位置を担い続けるためには、これら両者の研究をバランス良く維持して行くことが極めて重要であり、提案されている将来構想は、その理念に合致するものである。また、ERL の核心部である超伝導ライナックの技術は KEK が誇る特筆すべき加速器技術であり、日本国内で本計画を推進できる母体は KEK を除いて他に存在しない。」

強相関電子系の構造物性科学研究のために ～ BL-1A の現状 ～

物質科学第二研究系　澤　博
研究機関研究員　戸田　充

はじめに

BL-1A は、（1）物理学と化学の真の融合を目指して、今まで放射光などの大型施設を利用していなかった化学系の研究者にも積極的に実験を行ってもらう為の研究支援システムとしての役割、（2）強相関電子系における軌道・電荷・スピンの自由度の秩序化と特異な物性の発現機構の解明、という二つの目的のために、文部科学省科研費学術創成研究（東北大金材研、東大物性研、KEK 物構研、分子研、京大化研）と産総研 CERC の共同プロジェクトとして、新しくビームライン・実験装置の建設が進められた。

現在、二つの回折計、リガク製二次元イメージングプレート回折計と Huber 社製 7 軸型回折計が設置されている（写真 1）。IP 回折計では、高圧、低温の極限条件下での強相関電子系物質、有機導体の相転移などの構造的な研究を行う。一方、7 軸型回折計においては共鳴散乱・散漫散乱の手法による軌道・電荷整列の研究が進められている。以下に BL-1A の光学系、回折計、さらにこれらの回折計を用いたコラボラトリーの概要について述べる。

光学系

光学系には、Si(111) を用いたモノクロメーターと、その下流に、Rh コーティングが施されベントされたシリンドリカルミラーが配置されている。二結晶フラットモノクロメーターで単色化された X 線のミラーへの入射角は、臨界エネルギーが 21keV になるように 3.2mrad に設定されており、その結果、実験可能なエネルギー領域は 5 ～ 20keV 程度に設定されている。ミラーによって縦横同時に集光されたビームは、約 20m 離れた焦点位置において、縦 (z 方向)0.3 mm 横 (y 方向) 0.7 mm 程度にまで絞られる。モノクロメーターによってエネルギーを変化させた場合、集光点の位置の動きは y/z 方向ともに 0.2mm 以下に抑えられている。エネルギー分解能は正確な評価を行っていないが、他の同様の光学系を持つビームラインと比較検討し、$\Delta E/E \sim 5\times10^{-4}$ 程度であると考えている。フォトダイオードによる、サンプル位置に集光された全フォトン数のエネルギー依存性を図 1. に示す。マルチバンチのモードでは 15keV 以下のエネルギー領域でフォトン数は 10^{11} 個 /sec 以上の強度であった。

写真 1　イメージングプレート使用時のハッチ内風景。ビーム上流側に Huber 社製 7 軸回折計が設置されている。

図 1 サンプル位置に集光された全フォトン数のエネルギー依存性

回折計

主に構造解析的な手法を念頭に置いて、粉末及び単結晶を用いた回折図形を扱うために広い逆格子空間をカバーする二次元ディテクターイメージングプレート (IP) 回折計は、BL-1B に設置された同型の IP 回折計のノウハウを元に、より扱いやすい装置を目指して、駆動の安定性や読み取り・消去時間の短縮などに留意して設計した。分解能をあげるためにカメラ半径を BL-1B の 150mm から 191mm と大きくしたにもかかわらず、1 枚の IP の読み取り時間は 4 分程度と、約 3 倍の早さとなっている。試料環境に関しては、“様々な極限条件下での精密構造解析・構造相転移の研究が行えるようにすること”という目標を掲げて、低温用クライオスタットと高圧低温用クライオスタットがこの回折計専用に備えられている。更にこれまで手動で調整されていた Diamond Anvil Cell を自動制御するシステム

を用いることで、高圧低温の多重極限条件下での実験を正確かつ迅速に行うことが可能となった。装置は、ネットワーク上に張られた " コラボラトリー " 研究支援システムを念頭に設計した。これらに関しては後述する。

7 軸型回折計は、通常の 4 軸に加え、散乱 X 線をアナライザー結晶によって回折させるための α 軸を加えた 3 軸を 2θ アーム上に備えている。高分解能実験のために、ディテクターは放射光の偏光面に対して垂直な縦振りに配置されている。検出器には、通常 NaI シンチレーションカウンターを用いる。低温実験 (T > 6 K) のため、ドーム型 Be シールドを装備した低温用クライオスタットが、この回折計専用に備えられている。

コラボラトリー

コラボラトリーは、遠隔にある複数の研究拠点から複数の研究グループが、あたかも同時に実験現場に参加しているように実験機器の操作、データの共有、実験内容に関するディスカッションを行えることを目的として開発された。現在のところこのシステムは、(1) Windows Net server を用いたリアルタイムコミュニケーション (RTC) と、(2) Super Sinet を利用した TV 会議システムの二つのネットワークシステム上での運用を想定している。将来的には回折計の操作は、装置制御用 PC を研究所外に置かれた PC からリモート制御機能で遠隔操作できる。ネットワーク上におけるデータの共有も可能で、遠隔にある研究拠点にいる研究者も、10 分ほどの間隔で測定が完了する 1 枚約 23MB の大容量の IP データを瞬時に確認することが出来る。TV 会議の端末 PC が装置制御用 PC に並べて設置されてあり、解析結果をグループ内の複数の研究者がネットワーク上で討論し、得られた結論をすぐさま現場にフィードバックさせながら実験を進めていくことが可能である。ハッチ内には、この他にも補助的手段として、ネットワークカメラ、CCD カメラなどが設置されており、サンプル設定、回折計の正常な動作なども研究所外から確認することが出来る。現在のところ、これらのシステムの構築を行っている段階であり、セキュリティーの問題、ユーザー認証・管理の問題などについて検討をしており、運営には多少時間がかかるものと思われる。なお、このコラボラトリーに関しては前号に関連記事を掲載したのでご覧いただきたい。

おわりに

光学系、回折計はほぼ順調に立ち上がり、すでに多くのユーザーの多種多様な実験が 2 台の回折計を用いて行われている。大型施設の運営については“コラボラトリー”という新しいシステムの導入が KEK 全体で検討されており、このステーションは最初のプロトタイプとしての役割も担っている。

最後になりましたが、本ビームラインの建設に際しましては、三菱電機システムサービスの方々に多くの労力をお掛けしました。ここに心から感謝致します。

PF-AR NW2 の立ち上げ進捗状況

物質科学第二研究系　河田　洋

秋以降のビームタイムで PF-AR NW2 ビームラインは更なる詳細な二結晶分光器、および X 線ミラーの調整を行った。二結晶分光器については、定位置出射のパラメーターを調整する事により、5keV 〜 20keV までの光子エネルギー変化に対してビーム位置の変化を縦方向 ±10 ミクロン以内に、横方向は ±50 ミクロン以内に抑え込む事が出来るようになった。また X 線ミラーについては、夏前までの調整で一部のマスクがミラー表面から飛び出している結果、十分にミラーを使用することが出来ないでいたが、この夏のシャットダウン時にマスクの位置調整を行い、十分に X 線ミラーを有効利用できるようになった。また、高次光除去ミラーの調整もほぼ終了した。

定性的には、夏前にマシンタイムでテーパード・アンジュレーターから発生する放射光スペクトルを測定していたが、この秋のマシンタイムで定量的な測定を行い、現在計算結果と比較する事を進めている。

PF-AR NW12 の立ち上げ進捗状況

物質科学第二研究系　松垣直宏

タンパク質結晶構造解析ビームラインとして建設中の PF-AR NW12 は、2002 年 12 月に放射線安全試験に合格し、実験ハッチまで単色光を導入することに成功した。今後 X 線ミラーや分光器の調整、CCD 検出器設置、測定ソフトウェアの開発等を 2003 年 4 月中に完了し、5 月のビームタイムからユーザーに開放する予定である。

BL-5 ビームラインの建設状況

物質科学第二研究系　鈴木　守

現在、BL-5 に構造生物学ビームラインを建設中である。光源としてマルチポールウィグラーを使用し、利用可能エネルギー範囲として 6.5keV から 18keV を想定している。多波長異常分散法によるルーチン的な構造解析を目指し、エネルギー分解能を高めるための光学系が採用されている。具体的には二結晶分光器の前段に平行化ミラーを設置し、後段に円筒ミラーを設置する予定である。1000Å 程度の格子定数を持つサンプルからの回折点を分離するためにビームの発散を低く押さえた設計である。サンプル位置で 0.2mm×0.2mm の面積当り 10^{11} フォトン／秒と見積もられる。

2003 年 10 月の光導入を目指し、建設を進めている。

平成15年度後期
フォトン･ファクトリー研究会の募集

物質構造科学研究所副所長　松下　正

物質構造科学研究所放射光研究施設（フォトン･ファクトリー）では放射光科学の研究推進のため、研究会の提案を全国の研究者から公募しています。この研究会は放射光科学及びその関連分野の研究の中から、重要な特定のテーマについて1～2日間、高エネルギー加速器研究機構のキャンパスで集中的に討議するものであります。年間6件程度の研究会の開催を予定しております。

つきましては研究会を下記のとおり募集致しますのでご応募下さいますようお願いします。

記

1．開催期間　　平成15年10月～平成16年3月

2．応募締切日　平成15年6月20日（金）
〔年2回（前期と後期）募集しています〕

3．応募書類記載事項（A 4判、様式任意）
（1）研究会題名（英訳を添える）
（2）提案内容（400字程度の説明）
（3）提案代表者氏名、所属及び職名（所内、所外を問わない）
（4）世話人氏名（所内の者に限る）
（5）開催を希望する時期
（6）参加予定者数及び参加が予定されている主な研究者の氏名、所属及び職名

4．応募書類送付先
〒305-0801　茨城県つくば市大穂1-1
高エネルギー加速器研究機構
物質構造科学研究所事務室
TEL：029- 864-5635

＊ 封筒の表に「フォトン・ファクトリー研究会応募」と朱書のこと。

なお、旅費、宿泊費等については実施前に詳細な打ち合わせのうえ、支給が可能な範囲で準備します（1件当り上限50万円程度）。

また、研究会の報告書をKEK Proceedingsとして出版していただきます。

平成15年度後期
共同利用実験課題公募について

実験企画調整担当　小林　克己（KEK・PF）
宇佐美徳子（KEK・PF）

上記公募締切が下記のようになっております。
S2型課題　　平成15年3月24日（月）
G・P型課題　平成15年5月2日（金）

P型（予備実験・初心者実験）の申請に当たっては、実験ステーション担当者と技術的なことについて緊密に打ち合わせて下さい。

平成13年2月版の「放射光共同利用実験応募資料」が刊行されています。また、PFホームページ上（http://pfwww.kek.jp/indexj.html の“共同利用情報”内）でも応募資料の内容を公開しています。

申請書様式・応募資料は、下記までご請求下さい。
高エネルギー加速器研究機構
研究協力課共同利用第二係
Tel: 029-864-5127 Fax: 029-864-4602

放射光計算機システムの更新について

放射光源研究系　　朴　哲彦

放射光計算機システムは1999年3月にそれまでの汎用大型計算機を中心としたシステムから高速ネットワークをベースにして高性能サーバとワークステーションで構成された分散システムへと大幅に衣更えを行いました。その後も計算機関連技術の進歩には目覚ましいものがあり、本システムもこれらの最新の成果を取り入れ、より増大する計算需要に対応するため、システムの更新を行うことになりました。現在の方式のものになってから初めての更新であり、初代から数えると6代目のシステムとなります。

新しいシステム構成は基本的には現在のものと同じで、大型演算用処理装置として富士通製のPRIMEPOWER400を9台導入し、これにログインサーバ、ファイルサーバなどを加えたものがシステムの中枢部となります。サーバ全体の演算能力はおおよそ24,000SPECfp2000で現在の約6倍となります。2台のRAIDから成る磁気ディスク装置は現在の約8倍にあたる5.5TBの総容量を有し、バックアップ用として最大28TBまでのメディアをスタック出来るテープライブラリを配しています。これらのサーバ群に加えて数多くのパーソナルコンピュータやプリンタを各所に配置します。また、セキュリティ対策を強化するためファイアーウォールシステムを導入しました。

現在のシステムは2003年3月初旬で運用を終了し、そ

の後システムの入れ替え、テストなどを行い、４月から新しいシステムのユーザ利用を開始する予定です。この間、ユーザのみなさまにはご迷惑をおかけしますが、ご協力の程よろしくお願いいたします。なお、更新スケジュールや運用に関する詳しい情報は次のホームページをご覧下さい。（http://wwwmspf.pfcs.pf.kek.jp/˜mishina/PFCS/entry.html）

PF 出版データベース管理からのお知らせ

計算機システムの更新に伴い3月1日(土)より15日(土)までデータベースへのアクセスができなくなります。再開後の手順は従来通りですがドメイン名が変更になりますので、PF ホームページのトップからリンク先をご確認ください。

平成 15 年度 高エネルギー加速器研究機構 総合研究大学院大学「夏期実習」について

物質科学第二研究系　加藤龍一

高エネルギー加速器研究機構では、高エネルギー加速器を用いて、物理、化学、生物、医学などの最先端科学技術の研究を行っています。また、本研究機構は、総合研究大学院大学の教育の場として 90 名以上の博士を送り出してきています。この現場で、加速器の実際に触れ、また研究の一端の実験を自らの手で行うことによって、高エネルギー加速器が拓く新分野を体験し、理解し、楽しんで頂く３日間の実習を企画しています。

開催場所：茨城県つくば市　高エネルギー加速器研究機構
開催日時：2003 年 6 月 18 日（水）～ 6 月 20 日（金）
応募資格：大学院生および学部高学年の学生、民間企業の若手研究者など
参加費　：無料
実習内容：「素粒子原子核」「物質構造科学」「加速器科学」から選択。詳細については 4 月頃配布のポスターやホームページを参照下さい。
申込締切：5 月初旬を予定
申込方法：4 月頃配布のポスターやホームページを参照下さい。

国際交流施設建設に伴う ユーザーズ・オフィス移動のお知らせ

今まで研究本館 1 F で共同宿泊施設の利用証発行、鍵の受け渡し等を行っていたユーザーズ・オフィスが、現在建設中の国際交流施設完成後に移動することになります。また、同施設には書店（営業時間が午前 10 時から午後 5 時に延長)や､軽食コーナー(午前8時から午後10時まで営業。午後 5 時からはアルコール類も可能。）なども設置される予定です。

新施設への移動並びに開設日、また新施設内に設置される福利厚生施設の詳細が決まり次第 PF ホームページ (http://pfwww.kek.jp/indexj.html) でお知らせ致します。

予　定　一　覧

3 月 13,14 日	上級救急救命講習会
3 月 18,19 日	PF シンポジウム
3 月 24 日	平成 15 年度後期共同利用実験課題（S2 型）申請締切
4 月　4 日	PF-AR 平成 15 年度第一期ユーザー運転開始
4 月 25 日	PF-AR 運転停止
5 月　2 日	平成 15 年度後期共同利用実験課題（G 型・P 型）申請締切
5 月 12 日	PF 平成 15 年度第一期ユーザー運転開始
5 月 13 日	PF-AR ユーザー運転開始
6 月 18 日 - 20 日	高エネルギー加速器研究機構　総合研究大学院大学「夏期実習」
6 月 20 日	平成 15 年度後期フォトン・ファクトリー研究会公募締切
6 月 30 日	PF、PF-AR 平成 15 年度第一期ユーザー運転終了
7 月 21 日 - 23 日	「X 線・中性子による薄膜ナノ構造および埋もれた界面の先端解析技術に関するワークショップ」

最新情報は http://pfwww.kek.jp/spice/getschtxt でご覧下さい。

高エネルギー加速器研究機構　物質構造科学研究所関連人事公募

公募番号	物構研　02-4	公募人員及び職種	助教授又は助手　1 名（任期なし）
研究分野・研究内容	放射光研究施設には 6.5GeV で運転される高エネルギー放射光源である PF-AR (Photon Factory - Advanced Ring) があり、1999 年から 3 年に亘る高度化計画によって単バンチ・大電流のパルスＸ線光源として整備された。このリングで得られる 1.3 マイクロ秒間隔のパルスＸ線を用いて先端的時分割Ｘ線回折・散乱測定法の開発を行うとともに、外的刺激により誘起される物質構造の時間変化についての研究を行う。助教授の場合は中核として、また助手の場合は関係する所内スタッフと共にこの分野を所内に確立することが望まれる。 関連するビームライン・実験装置等の維持・管理・改良・開発を行い、共同利用実験の支援業務を行う。		
公募締切	平成 15 年 2 月 28 日（金）	着任時期	採用決定後できるだけ早い時期。
選考方法	書類選考及び面接選考とする。		
提出書類	履歴書 、研究歴、着任後の抱負、発表論文リスト、論文別刷、本人に関する推薦書又は参考意見書。 （上記の書類は、履歴書用紙を除き、全て A4 判横書きとし、それぞれ別葉にすること。各葉に氏名を記入。）		
問い合わせ先	【提出書類に関して】 総務部庶務課人事第二係　TEL:029-864-5118（ダイヤルイン）、029-864-1171（代表）　内線 3004 【研究内容に関して】 物質構造科学研究所　物質科学第二研究系研究主幹　大隅一政　TEL:029-864-5634　FAX:029-864-2801		

公募番号	物構研　02-5	公募人員及び職種	助手　1 名（任期なし）
研究分野・研究内容	真空紫外・軟Ｘ線領域の放射光を用いて、高分解能光電子分光または顕微分光により、ナノ材料の電子状態の研究を行う。さらに、関連する実験装置の開発研究も行う。また、関連するビームライン･実験装置の性能向上･管理および共同利用実験の支援 を行う。		
公募締切	平成 15 年 3 月 21 日（金）	着任時期	採用決定後できるだけ早い時期。
選考方法	原則として面接選考とする。		
提出書類	履歴書 、研究歴、着任後の抱負、発表論文リスト、論文別刷、本人に関する推薦状又は参考意見書。 （上記の書類は、履歴書用紙を除き、全て A4 判横書きとし、それぞれ別葉にすること。各葉に氏名を記入。）		
問い合わせ先	【提出書類に関して】 総務部庶務課人事第二係　TEL:029-864-5118（ダイヤルイン）、029-864-1171（代表）　内線 3004 【研究内容に関して】 物質構造科学研究所　物質科学第一研究系研究主幹　野村昌治　TEL:029-864-5633　FAX:029-864-2801		

公募番号	機構　02-1	公募人員及び職種	教授または助教授　1 名
研究分野・研究内容	本機構の研究成果を社会へ公開するために設置されている広報室において、室長またはそれに準ずる役割を果たす。		
公募締切	平成 15 年 3 月 31 日（月）	着任時期	採用決定後できるだけ早い時期。
選考方法	書類選考及び面接選考とする。		
提出書類	履歴書 、広報活動業績、着任後の抱負、本人に関する推薦状又は参考意見書。 研究歴、発表論文リスト、論文別刷（ある場合は提出）。 （上記の書類は、履歴書用紙を除き、全て A4 判横書きとし、それぞれ別葉にすること。各葉に氏名を記入。）		
問い合わせ先	【提出書類に関して】 総務部庶務課人事第二係　TEL:029-864-5118（ダイヤルイン）、029-864-1171（代表）　内線 3004 【研究内容に関して】 広報室長　高柳雄一　TEL:029-879-6046（ダイヤルイン）　E-mail:yuichi.takayanagi@kek.jp		

詳しくは高エネルギー加速器研究機構ホームページ「人事公募」（http://info-pub.kek.jp/jinji/）をご参照下さい。

物質構造科学研究所・構造生物学グループ　博士研究員および技術員募集

【研究室紹介】当グループは若槻教授をヘッドとして 2000 年春に発足した研究室で、助教授 1 名、助手 5 名の研究スタッフの他、ポスドク 4 名、研究支援者 9 名、博士課程大学院生 3 名が現在のメンバーで、ほとんどが 30 才代以下である。本グループは放射光Ｘ線結晶構造解析ビームラインの建設、運営、共同利用ユーザーのサポート、ロボティックスを用いた構造解析高度化のための新規技術開発を鋭意進めると共に、細胞内輸送と糖鎖修飾の分子機構を明らかにするため、それらに関わる蛋白質の構造プロテオミクス研究に取り組んでいる。その成果の一部、糖タンパク質輸送に関わるタンパク質の解析結果は既に有力誌に発表されている（Nature 415, 937-941, 2002, Nature Structural Biology, 9, 527-531, 2002）。

【業務内容】
① 博士研究員、上級テクニシャン
当グループの研究テーマに沿って、自立的に研究を行うことを期待する。具体的には（１）組換え DNA 技術による蛋白質の大量発現系の構築、（２）その蛋白質精製法の確立と精製蛋白質の生化学的性質の研究、（３）結晶化と放射光ビームラインを用いたＸ線結晶構造解析、（４）構造情報に基づいた生化学的・細胞生物学的解析、などを行い、最終的には生命の分子機構の解明や、構造に基づいた創薬や新しい医療法の開発を目指す。
② 研究補助員
上記①の研究について主に蛋白質の発現系の構築・精製・結晶化の業務を行う。
③ 上級テクニシャン、研究補助員
蛋白質構造解析の補助（回折実験、構造解析等）として、（１）放射光実験施設での回折データ収集、（２）回折データの処理及び評価、（３）構造解析を行い、業務の補助を行う。
④ 博士研究員、上級テクニシャン
結晶構造解析 (位相決定法) に関するアルゴリズム・方法論の開発を行う。
⑤ メカニカルエンジニア（ME)
・構造生物学グループの中のロボティクスチームに加わり、蛋白質結晶構造解析システムの開発を行う。
・主にロボットの制御、画像処理等
システムエンジニア（SE)
・実験装置・ロボットの制御ソフトウェア、GUI の開発
・ネットワークを利用した実験システムの開発
・用いるプログラミング言語は C, C++, Perl 等

【応募資格】①③④⑤に共通。大卒以上。蛋白質構造解析の知識があることが望ましいが、経験がなくても蛋白質の構造解析に情熱を注げる方であれば可。物理の素養はある方が良い。博士研究員については、学位を取得しているか、取得見込みのこと。
② 蛋白質精製の経験者を強く求めています。熱意と経験のある方は、高卒、専門卒でも可。
⑤ ME。上記共通事項のほか、 ロボットコンテスト等に出場したり、研究で実際にロボットを製作したことのある方を希望。工作機械運転、電子回路製作の経験があればなお良い。
⑤ SE。上記共通事項のほか、Windows, Linux(UNIX) の両方もしくは一方のプログラミングに精通している方を希望。TCP/IP を用いたプログラミングの経験があればなお良い。

【募集人員】それぞれ若干名　【着任時期】決定次第

【提出書類】履歴書、業務経歴書。博士研究員の場合は主要論文の別刷りと今までの研究概要。可能であれば指導教官の推薦書。

【書類提出・送付先】 〒 305-0801 茨城県つくば市大穂 1-1
高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・構造生物学グループ・若槻壮市
Tel：029-879-6178, Fax：029-879-6179, http://pfweis.kek.jp/index_ja.html

【連絡先】若槻教授室、秘書、永田直美　TEL：029-879-6178　Email：naomi@post.kek.jp
業務に関する問い合わせ先：
①②加藤龍一　TEL：029-879-6177　Email：ryuichi.kato@kek.jp
③鈴木　守　TEL：029-864-5649　Email：suzuki@pfweis.kek.jp
④松垣直宏　TEL：029-864-5647　Email：mtgk@pfweis.kek.jp
⑤平木雅彦　TEL：029-864-5642　Email：masahiko.hiraki@kek.jp

【付記】本応募による博士研究員は、放射光ビームラインの維持等に関わる業務にはタッチしません。詳しくは直接お問い合わせ下さい。

人事異動・新人紹介

（採用）

渡部 正景（わたなべ　しょうけい）

1．平成 14 年 12 月 9 日
2．物質科学第二研究系
　　構造生物学グループ
4．機械制御
5．創造する楽しみ、喜びを味わいたい。
6．チャレンジ
7．水泳、料理

野澤　俊介（のざわ　しゅんすけ）

1．平成 15 年 1 月 1 日
2．物質科学第一研究系
　　非常勤研究員
4．固体物性
5．精一杯がんばります。
6．The die is cast.
7．写真

James HARRIES

1．平成 15 年 1 月 20 日
2．物質科学第一研究系　非常勤研究員
3．Queens University of Belfast　ポスドク
4．Interaction of VUV radiation with light atoms.
5．がんばります。
6．You only live once.
7．Cycling, guitar, squash, 日本語の勉強！

1. 着任日　2. 現在の所属　3. 前所属
4. 専門分野　5. 着任に当っての抱負
6. モットー　7. 趣味

（辞職）

発令年月日	氏　名	現　職	旧　職
H14.11.30	松本　　勲	埼玉工業大学 特別研究員	物構研　物質科学第二研究系 非常勤研究員
H14.12.31	鈴木　忠幸	物構研　物質科学第二研究系 科学技術振興研究員	物構研　物質科学第一研究系 非常勤研究員
H15.1.15	小林　英一	産業技術総合研究所 計測標準研究部門　無機標準研究室 特別研究員	物構研　物質科学第一研究系 非常勤研究員

運転スケジュール（Apr.～Jul.）

E :ユーザー実験　B :ボーナスタイム
M :マシンスタディ　T :立ち上げ
MA :メンテナンス　SB :シングルバンチ
M/E:マシンスタディ後ユーザー実験（12:00-）

4月	PF	PF-AR
1(火)		
2(水)		T/M
3(木)		
4(金)		
5(土)		E
6(日)		
7(月)		M
8(火)		B
9(水)		
10(木)		
11(金)		E
12(土)		
13(日)		
14(月)	STOP	M
15(火)		B
16(水)		
17(木)		
18(金)		
19(土)		E
20(日)		
21(月)		
22(火)		B
23(水)		
24(木)		E
25(金)		
26(土)		
27(日)		
28(月)		STOP
29(火)		
30(水)		

5月	PF	PF-AR
1(木)		
2(金)		
3(土)		
4(日)	STOP	STOP
5(月)		
6(火)		
7(水)		
8(木)		
9(金)	T/M	
10(土)		T/M
11(日)		
12(月)	E	
13(火)	B	B
14(水)		
15(木)		
16(金)	E	E
17(土)		
18(日)		
19(月)	M	M
20(火)	B	B
21(水)		
22(木)		
23(金)	E	E
24(土)		
25(日)		
26(月)	M	M
27(火)	B	B
28(水)		
29(木)		
30(金)	E	E
31(土)		

6月	PF	PF-AR
1(日)	E	E
2(月)	MA/M	MA/M
3(火)	B	B
4(水)		
5(木)		
6(金)	E	E
7(土)		
8(日)		
9(月)	M	M
10(火)	B(SB)	B
11(水)		
12(木)		
13(金)		
14(土)	SB	E
15(日)		
16(月)	M	M
17(火)	B	B
18(水)		
19(木)		
20(金)	E	E
21(土)		
22(日)		
23(月)	M	M
24(火)	B	B
25(水)		
26(木)		
27(金)	E	E
28(土)		
29(日)		
30(月)	STOP	STOP

6/18～20 総研大夏期実習

7月	PF	PF-AR
1(火)		
2(水)		
3(木)		
4(金)		
5(土)		
6(日)		
7(月)		
8(火)		
9(水)		
10(木)		
11(金)		
12(土)		
13(日)		
14(月)	STOP	STOP
15(火)		
16(水)		
17(木)		
18(金)		
19(土)		
20(日)		
21(月)		
22(火)		
23(水)		
24(木)		
25(金)		
26(土)		
27(日)		
28(月)		
29(火)		
30(水)		
31(木)		

2003年度後期スケジュールは未確定ですが、9月中旬～12月下旬、1月中旬～3月中旬の運転を検討中です。PFは2002年度並、PF-ARは2002年度を大幅に上回る運転時間を確保する予定です。
また、スケジュールは変更されることがあります。最新情報はPFホームページの「PFの運転状況／長期スケジュール」 http://pfwww.kek.jp/unten/titlej.html をご覧ください。

最近の研究から

鉄が濡れるとどうなるか？－液体 / 金属界面の反応観察－

木村正雄
新日本製鐵㈱ 先端技術研究所

What happens when iron gets wet ? -Observation of reactions at liquid/metal surfaces-

Masao KIMURA
Advanced Technology Research Laboratories, Nippon Steel Corporation

1．はじめに

私はもっぱら Photon Factory で実験をさせて頂いているが、何かのきっかけで知り合った学生さんと話をしていたりすると、「放射光で鉄鋼の研究？」「鉄鋼分野は成熟していて新たな研究トピックスなんてあるのか？」という質問を受けたりする。鉄鋼材料は身近にありすぎて空気のような存在で意識することも少ない材料のひとつであるため、このような質問がでるのはもっとも（？）かもしれない。そこで、今まで取り組んできた研究の一部を紹介することで、そんな疑問に答えることができればと思う。

鉄鋼材料は基本的には Fe と C の合金であり、金属学的に C の含有量の少ないほうから順に鉄 (iron)、鋼 (steel)、銑鉄 (pig iron) と分類される。鉄鋼材料の最大の特徴は構造材としての優れた機械的性質（加工性・強度・靭性・…）であることは言うまでもない。さらに、鉄鋼材料には機能材料としての面もあり、例えば、様々な環境での耐食性を向上させた材料（ステンレス、耐候性鋼）や、鉄のもつ磁気的異方性を極限にまで活用した材料（電磁鋼）がある [1] 。Fig. 1 はそんな鉄鋼材料の多様性を示したもので、わずかな種類の原料から、様々の用途に特化した材料が作られ利用されていることがわかる。

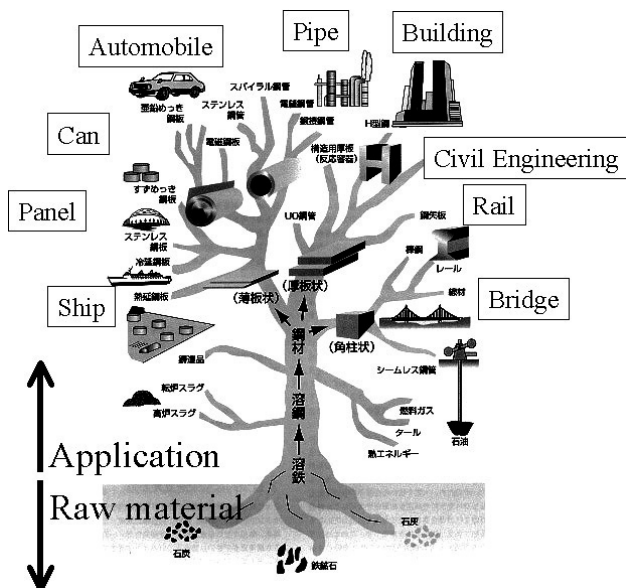



Figure 1 Variety of steel products: Control of their properties for specialized application. (Revised figure from Ref.[26])

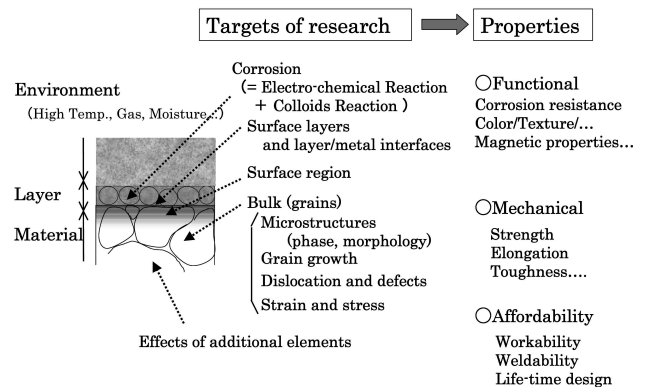



Figure 2 Targets in research of steel.

鉄鋼材料のもうひとつの特徴は、シンプルな工学的方法（わずかな元素添加や熱処理）によってこうした様々な特性を自由に設計でき、安価で大量に供給できることであろう。まさに錬金術である。

人類が鉄を利用した歴史は古く、有名なヒッタイト王国（紀元前 1680-1200）の鉄製武器からでさえ 3000 年以上経過している。それ以来様々な工夫がなされて現在の近代製鉄につながっている。そんな長い歴史があるのに、いやだからこそ、望みの特性を得るための工夫はいろいろあるのだが、意外に基本的なメカニズムが解明されていないものも多い。逆にそれがわかると既成概念を覆す新たな材料につながるブレークスルーが期待できる。

そうした観点から私の考える鉄鋼（金属）材料の研究開発のポイントを Fig. 2 に示す。言われてみればすべてあたりまえのことばかりであるが、取り組むべき課題は多岐にわたる。本稿ではこの中で、金属 / 液体界面反応に関する研究を取り上げその一部を紹介したい。近年材料の評価基準として LCA (Life Cycle Assessment) や環境への負荷の軽減が重要視されており、鉄鋼材料においてもその耐食性の向上が重要な課題となっている。“鉄が濡れるとどうなるか？” そんな素朴な疑問も実は奥が深く、その理解には放射光を利用した液体 / 金属界面の反応観察が大きな武器となっている。

2．鉄が濡れるとどうなるか？ー液体 / 金属界面の反応観察からのアプローチー

もちろん鉄が濡れると腐食が始まる。もう少し詳しく

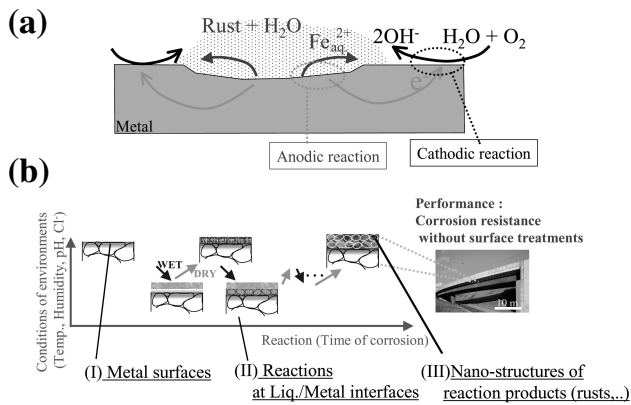



Figure 3 (a) Schematic illustration of corrosion, and (b) fundamental phenomena necessary for understanding corrosion.

述べると、金属が溶け出しイオンとなる酸化反応 (anodic reaction) と、水と酸素が還元されて OH⁻ イオンが生成する反応 (cathodic reaction) の 1 組の電気化学反応が生じる（Fig.3(a) ）[2]。その一方で、互いに拡散してきた Fe^{2+} イオンと OH^- イオンが生成物（いわゆるさび）を形成する。つまり、腐食反応を理解するには、電気化学的視点と生成物が成長していく過程のコロイド化学的視点の両面が必要になるのである。さらに実際に腐食が進行する場合、その環境（反応条件）は時々刻々変化する（Fig. 3(b)）。例えば、湿度、温度、pH、金属やハロゲン等のイオン濃度、は、外的環境によってだけではなく、反応の進行そのものによっても大きく変化する。こうした複雑な反応全体を理解するためには、(I) 反応生成物のナノ構造、(II) 反応中の液体 / 金属界面の挙動、両面からのアプローチが不可欠となる。

3．反応生成物（さび）のナノ構造

3-1. 金属の腐食と『さびをもってさびを制する鋼 - 耐候性鋼 -』

腐食反応の生成物－さび－を上手に活用すると腐食の進行速度を実用上問題にならないレベルまで下げることができる。そうした材料の一つが耐候性鋼（耐候性＝屋外大気中での耐食性）と呼ばれる低合金耐食鋼 [3] で、鋼中への 1mass.％以下の僅かな量の Cu、Cr の添加により耐食性が向上する。近年材料の評価基準として LCA や環境への負荷低減が重要視されつつあり、表層への塗装等の処理を定期的に施すことなく長期の使用に耐えるメンテナンスフリー材料であるこの耐候性鋼への期待は高まっている。

耐候性鋼を大気中で使用すると数年のうちに表面に緻密なさび層が形成され、酸素や水分の地鉄への進入が低減しそれ以降の腐食速度が低下すると考えられている [4,5]。しかし、なぜわずかな元素添加によりさびが緻密化するかについては長年不明であった。腐食初期に生成するさびは液体中のイオンから形成するコロイド状であり、乾燥後もその結晶サイズは数 nm と非常に小さい。そのため、従来の手法では保護性さび層の形成過程を明らかにすることはできなかった。

3-2. 腐食に伴うさびのナノ Network 構造の発達過程の観察 [6-8]

さびの基本構造は Fe 原子の周りを合計 6 つの -O,-OH が配位した八面体の構造ユニットからなる Network（“$Fe(O,OH)_6$ Network”）である（後述 Fig. 7 参照）[6]。この“$Fe(O,OH)_6$ Network”構造という観点から腐食反応の基本的解明に取り組んだ。

耐候性鋼 (WS：組成 Fe-0.28Cu-0.55Cr-0.15Ni-0.49Mn-0.081P-0.51Si in mass%) を長期大気暴露した際に生成する保護性さびのミクロ組織を Fig. 4 に示す。FIB (Focused Ion Beam) 加工法により断面薄片試料とし、透過電子顕微鏡（TEM）を用いてミクロ組織観察を実施した。白いコントラストの領域 (Fig. 4(a) 中の a 部) と黒いコントラストの領域 (b 部) が層状に積み重なっている。元素分析結果から、白いコントラスト部分のさびには Cr が濃化しており（Cr 濃度：5 ～ 10 mass%）、黒いコントラスト部分のさびには Cr がほとんど含まれていないことがわかった。また、Cr が濃化していないさび部分の電子回折図形がシャープなリング状となっているのに対して、Cr 濃化したさび部分では回折リングがブロードになっている (Fig. 4(b))。さびの形態は粒径 2 ～ 10nm 程度の微細な粒子状であり、その結晶配列が乱れた状態であると予想される。

そこで、さびのナノ Network 構造を明らかにするため、(a) 約 1nm 以下の距離の相関である SRO (Short Range

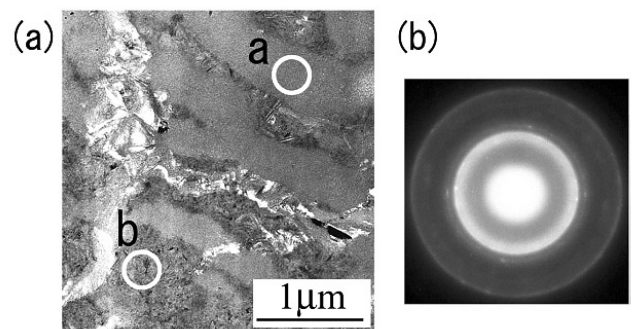



Figure 4 TEM observation of rusts formed on WS after exposure in a rural area for 31 years: (a) a bright field image, (b) scattering patterns at spots a in (a).

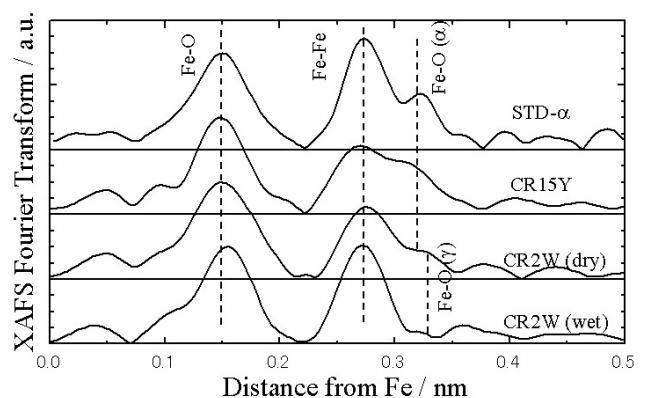



Figure 5 Radial distribution functions obtained by XAFS: (from top) crystalline α-FeOOH, CR15Y, CR2W(dry), and CR2W(wet), where they are measured at Fe K-edge and symbols such as "Fe-O" show identification of peak.

Order)、(b) 距離が約 1 〜 10nm の相関である MRO (Middle Range Order)、の各スケールの原子相関距離に敏感な方法を併用して研究をすすめた。(a) については XAFS (X-ray Absorption Fine Structure) 法 [9] により、(b) については、X 線異常散乱測定 [10]、RMC (Reverse-Monte-Carlo) 法 [11] による解析を行い、Network 構造の定量的解析を進めた [6,12]。

二元系合金 CR（組成 Fe-5.0Cr in mass%）を 2 週間および 15 年の期間腐食させた試料の Fe まわりの XAFS 動径分布関数を Fig. 5 に示す。2 週間腐食させたコロイド状の試料（CR2W(wet)）の動径分布関数の第 1 ピークは Fe-O の最近接 [Fe-O(1st NN)]、第 2 ピークが Fe-Fe の最近接 [Fe-Fe(1st NN)] と Fe-O の第 2 近接 [Fe-O(2nd NN)] に、それぞれ対応している。すなわち腐食の初期段階で、γ-FeOOH 相に対応する 1 個の Fe と 6 個の O からなる八面体ユニットが形成されていることがわかる（後述 Fig. 7 参照）。

コロイド状のさびを乾燥させるとその動径分布関数（CR2W(dry)）における r=0.33nm 付近の第 3 ピーク（[Fe-Fe(1st NN)]、[Fe-O(2nd NN)]）の強度が大きくなる。つまり、コロイド状態において形成された八面体ユニットが乾燥過程で凝集・成長していくことを示している。さらに長期の 15 年間、大気中での湿潤－乾燥過程により腐食が進行した試料（CR15Y）の動径分布関数は結晶性の α-FeOOH に類似している。つまり、長期腐食の湿潤－乾燥サイクルの中で、八面体ユニットから形成される $Fe(O,OH)_6$ Network が発達し、γ-FeOOH に近い構造から α-FeOOH に近い構造へと変化すると考えられる。

そこで、Network 構造の発達とさび生成過程の関連性をよりはっきりとさせるため、Network 構造の MRO の定量的測定を行った [6,12]。二元系合金 (純鉄 , Fe-2.0Cr, Fe-1.6Cu in mass%) を大気中に 15 年間放置した際表面に生じたさびについて、Fe の吸収端近傍 (E = Fe-K edge −25eV, −300eV の二点) において X 線異常散乱測定 [10] を行い、元素 X-Y の二体分布関数 $g_{X-Y}(r)$ を求めた (Fig. 6)。$g_{Fe-O}(r)$、$g_{Fe-Fe}(r)$ における第一ピークは Fe-2.0Cr 合金において強度が最も大きく、ピーク幅も小さい。つまり、形成されるナノサイズのさびのネットワーク構造の MRO は、Fe-2.0Cr 合金において高くなることを示している。

腐食開始後 2 週間後のさび (CR2W(dry))、31 年間の大気暴露により耐候性鋼上に形成したさび (WS31) についても、同様に X 線異常散乱測定を行い、$g_{Fe-O}(r)$、$g_{Fe-Fe}(r)$、$g_{O-O}(r)$ を求め RMC 法 [11] により、さびの Network 構造を決定した（Fig. 7）。腐食初期に形成するさびのネットワーク構造は γ-FeOOH 型ではあるがその MRO は乱れたものである。それが、長期腐食の湿潤・乾燥サイクルの中で、Network が γ-FeOOH → α-FeOOH 型へと変化するとともに、その結晶の乱れも小さくなることがはっきりとわかる。

このようにして腐食に伴う $Fe(O,OH)_6$ Network の骨格の変化は明らかになった。その中で添加元素はどのような役割をしているのであろうか。Cr 添加は低塩害環境下（飛来塩分量が 0.05mg/NaCl/dm²/day 以下）では、耐食性向上

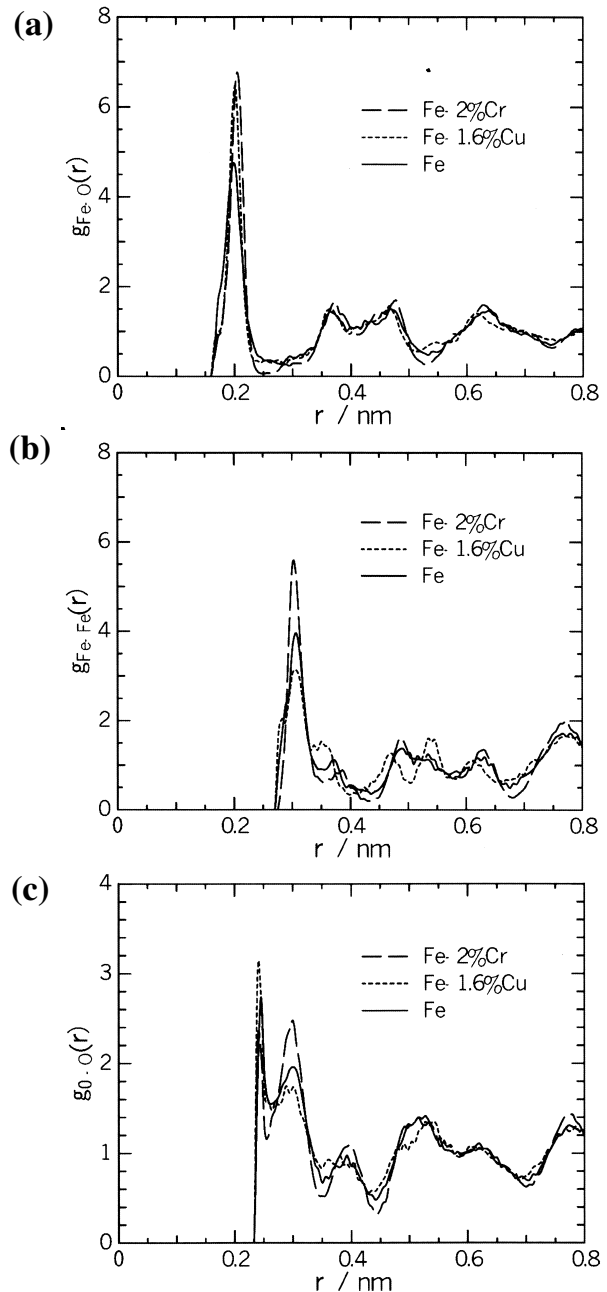



Figure 6 Pair distribution functions of Fe, Fe-2.0Cr, and Fe-1.8Cu alloy for (a) Fe-O, (b) Fe-Fe, and (c) O-O pairs.

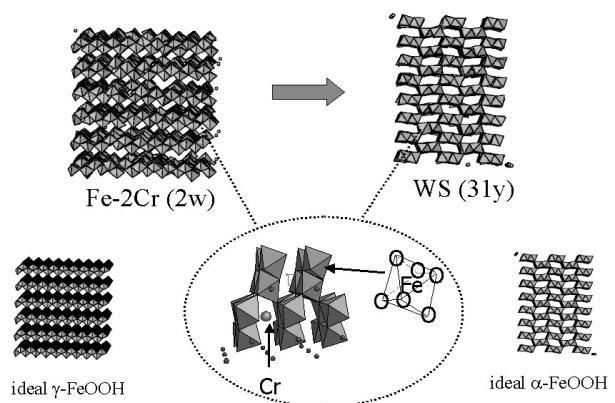



Figure 7 Evolution of $Fe(O,OH)_6$ network structure in the process of corrosion. Each octahedron is composed of one iron atom at the center and six oxygen atoms surrounding it.

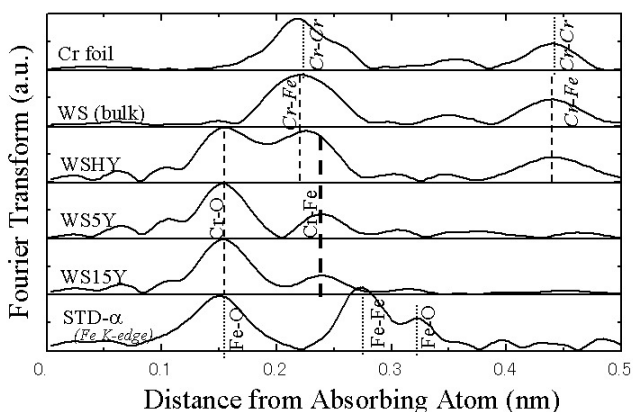



Figure 8 Radial distribution functions obtained by XAFS: (from top) Cr-foil, WS(bulk), WSHY, WS5Y, WS15Y, where they are measured at Cr K-edge and symbols such as "Cr-O" show identification of peak. RDF for the crystalline α-FeOOH around Fe K-edge is also shown (the bottom) for comparison.

Figure 9 Two types of evolution of $Fe(O,OH)_6$ network structure in the process of corrosion, and their final morphology of rusts.

に効果があるとされている [5,13]。その発現メカニズムを明らかにするために、腐食に伴う $Fe(O,OH)_6$ ネットワーク形成過程に及ぼす Cr の役割を調べた。耐候性鋼 WS を 0.5、5、15 年の期間腐食させた試料の Cr まわりの XAFS 動径分布関数を Fig. 8 に示す。0.15 および 0.24 nm に認められるピークは第一ピークが Cr-O の最近接 [Cr-O(NN)]、第二ピークが Cr-Fe(Cr) の最近接 [Cr-Fe(NN)] と Cr-O の第二近接 [Cr-O(2nd NN)] に、それぞれ対応すると考えられる。ただし、第二ピーク（[Cr-Fe(NN)] ＋ [Cr-O(2nd NN)]）の位置は結晶性の α-FeOOH と大きくずれている。詳細な解析から、Cr-Cr (Fe) の距離は Fe-Fe のそれより 10% 以上小さいことが判明した。

これらの結果から、腐食の進行に伴い添加元素 Cr が局所に濃化し、Cr 原子と -O,-OH が配位したユニットを構成してさびの Network 構造に取り込まれることが明らかになった。ただし Cr は Network 構造において通常の Fe の占めるべきサイトとは異なるサイトを占めており（Fig. 7)、α-FeOOH 中の Fe サイトの一部が Cr と置換したもの（“Cr 置換ゲーサイト”）[13] ではないことが明らかになった [6,7]。

解明されたさびの“$Fe(O,OH)_6$ Network”の変化という視点から、耐候性鋼の耐食性発現機構について考察してみる（Fig. 9）[6]。大気中での暴露環境での腐食は、湿潤・乾燥サイクルの中で溶け出した金属イオンが $Fe(OH)_x$ となり液体からの析出反応を経て粒成長によりさび層を形成していく反応と理解できる。単純に、この反応を核生成（析出）＋粒成長の２つの反応の組み合わせと考えると、全体の反応速度：v は、次式で表現できる。

$$v=N \exp(-E_{Nucl.}/kT) \exp(-E_{Growth}/kT) \tag{1}$$

ここで、N は核となる反応サイトの数、E_{Nucl}、E_{Growth} はそれぞれ析出、粒成長の活性化エネルギーである。核生成に伴う自由エネルギー変化：$\Delta G_{Nucl.}$ は生成核の半径：r の関数でありそれが最大となる点が臨界半径：r^* である。

さびの形成過程の反応速度が比較的小さい、つまり粒成長過程が律速になる場合に相当するのが耐候性鋼である（Fig. 9 上段）この反応過程において、この Cr、Cu 元素の添加が、(a) 不均一点として核生成サイト：N を増加、(b)$Cr(O,OH)_6$ ユニットの変調により臨界半径：r^* を減少、の二点で作用し、多くの核生成サイトで微細な核生成が生じる。さらに添加元素が Network の発達を阻害するため、反応（腐食）速度は小さく Network の MRO は高くなり、かつ微細な核が大きな結晶粒へと成長することが阻害される。その結果、最終的にできるさびの結晶粒径はより微細となり、緻密な保護性さびが形成する。それに対して、従来の鋼の腐食の場合では、さびの形成過程の反応速度が比較的大きく核生成 (析出) 過程が律速になる（Fig. 9 下段)。つまり、反応（腐食）速度が大きいため、生成した核はそのまま大きな結晶粒へと成長する。その早い成長速度のため、さびの Network の MRO は低く、欠陥を多く含んだものになる。その結果、最終的に得られるさびは緻密性の低いものとなり、さらに腐食反応が進行していく。

このように、さびの $Fe(O,OH)_6$ Network 構造という概念から腐食反応を観察することにより、そのメカニズム―特に添加元素の影響―を明らかにすることが初めて可能になった。こうした添加元素による耐食性の向上メカニズムを明らかにすることは、耐候性鋼を使用する環境条件の見極めや長期にわたる寿命予測を行う上できわめて重要となり、信頼性の高い材料開発に欠くことのできないものである。

４．反応中の液体 / 金属界面の挙動

4-1. ハロゲンイオンによる異常腐食 - ステンレスの局部腐食 -

鋼上に形成する緻密な膜をさらに高機能化したのがステンレスである。ステンレスを水溶液中でアノード分極すると、ある電位以上で突然腐食反応が進行しなくなる領域が現れる。この状態を不動態 (passive state) と呼び、表面に薄くて緻密な酸化物（もしくはオキシ水酸化物）が形成することにより反応がとまると考えられている [14]。この高い耐食性と意匠性のためにステンレスは広く使われている。

ただし Cl^- などの攻撃性のアニオンを含む環境においては、不動態化したはずの金属の一部において局部的な金属溶解が始まり腐食が進行していく現象が観察される。特に、不動態化金属の自由表面と液体の界面で生じる現象を局部腐食 (localized corrosion) と呼び、材料の長期信頼性を高めるためには避けてとおることのできない課題のひとつである。

不動態が形成され耐食性が発現するためには、Cr を 12% 以上含有することが必要となる。しかし、この臨界濃度が存在する理由（つまり不動態被膜による耐食性発現の根本メカニズム）については現在でも決着はついておらず、例えば、孤立原子系により電子配位説 [15]、パーコレーションモデル [16,17]、等の説が提案されている。さらに複雑である不動態被膜が耐食性を失っていく孔食のメカニズムについては不明な点が多い。これらの現象はまさに液体 / 金属界面で生じているものであり、その理解には反応中の *in situ* 観察が不可欠と考え研究に取り組んでいる。

4-2. 局部腐食における液体 / ステンレス界面近傍でのイオン挙動の *in situ* 観察 [18,19]

局部腐食が起こっている環境下で XAFS 測定を行うためのセルを開発した (Fig. 10)。板状の試料と各種溶液を入れる容器をカプトンフイルムでつなぐことにより、液体 / 金属界面の厚さが 0.1mm 程度と薄い人工的なすきまを作り出せるようになっている。溶液だめ内に設置した電極により、金属試料の電気化学ポテンシャルを精密に制御することができる。溶液だめ内の溶液のイオン濃度、pH、酸素濃度等を変えることにより、種々の環境での局部腐食環境を再現することができる。局部腐食は存在する攻撃性のアニオンの種類によりその進行度合いが大きく異なる。そこで、溶液内のアニオンが Cl^- と Br^- である場合における差異に注目して研究を進めている。

試料に電位を印加し、実際に局部腐食をある程度進行させた後、XAFS 測定を行う。ビームサイズは溶液内の測定元素の種類・濃度等により変えるが、典型的な値は $0.1mm^H \times 10mm^W$ である。XAFS 測定のための人工的なすきまを作るために、目的とする溶液環境で試料を強制的に腐食させる。試料として Type304 ステンレス（組成：Fe-18%Cr-12%Ni-2%Mo、厚さ 0.1mm）、溶液として 1M LiBr を用いた場合、試料の電位を 0.8V vs. Ag/AgCl に保持して数～ 24 時間放置する。これにより液体 / 金属界面から局部腐食が進行して金属が数 mm 溶解し、溶け出した金属イオンや溶液から拡散してきたイオンが人工的なすきま内にたまる。これらのイオンの濃度や構造は界面からの距離 $d(z)$（Fig.10）によって異なると考えられ、その状態が局部腐食のメカニズム解明に不可欠な情報となる。

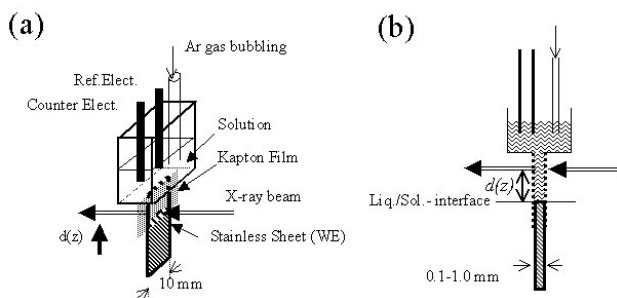



Figure 10 Schematic illustration of a newly-designed electrochemical cell conducted for *in situ* XAFS and XANES measurements.

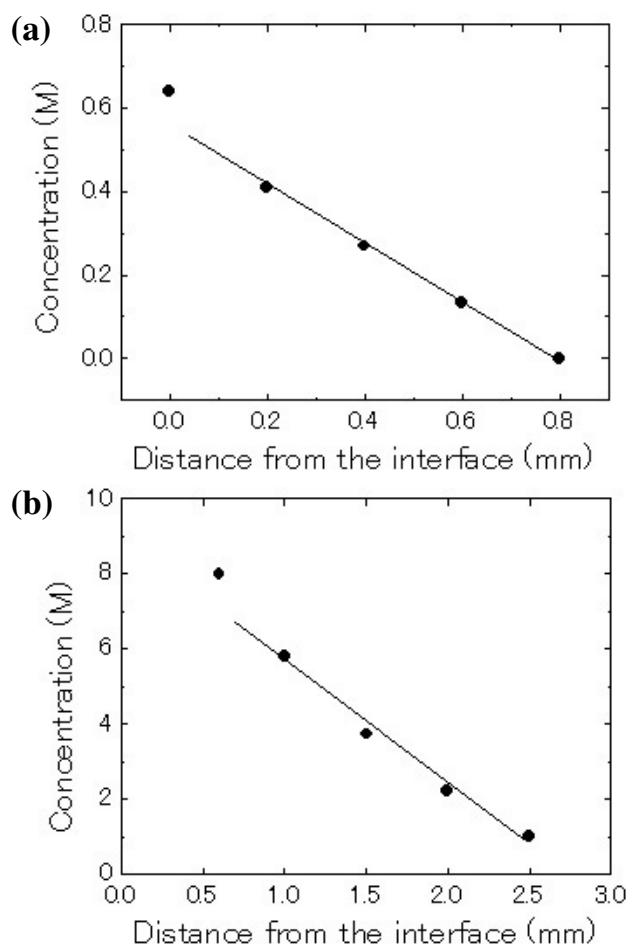



Figure 11 Ion concentrations inside the artificial crevice of (a) chromium and (b) bromine.

まず界面近傍のイオン濃度の $d(z)$ 依存性を調べるため、$d(z)$ を変えてＸ線の吸収率を測定し濃度を見積もった (Fig.11)。クロムおよび臭素の濃度は界面近傍で最大で、界面からの距離 $d(z)$ の増加とともに直線的に減少することが確認された。実験を行った条件では、金属表面の不動態被膜は消滅し、代わりに塩 ($CrCl_3$,$CrBr_3$) が形成されると考えられる。この塩の溶解により界面近傍のクロムおよび臭素の濃度は高くなり、拡散によってその濃度が直線的に減少していると考えられる。

今回明らかになった 1M LiBr 溶液中でのクロムの界面近傍の濃度は約 0.55M である。この値は、報告されている 1M (Na+H)Cl 溶液中での値である 1.08M [20,21] よりも小さい。両者の差異の理由は明確ではないが、実験的な条件がそのひとつと考えられる。前者の値は $d(z)$ 方向 100 ミクロン幅の平均値であるのに対して、後者の値は 10 ミクロン幅の平均値であり、塩被膜近傍では数十ミクロン幅の局所で濃度が変化しているために差異が見られたと考え

られる。

一方、1M LiBr 溶液中での臭素の界面近傍の濃度は約 10M であり、これから $CrBr_3$ の溶解度を見積もると約 5M となる。これは報告されている溶解度の値（$CrCl_3$ = 5M [20,21]、$FeCl_2$ = 5.08M、$FeBr_2$ = 5.08M[22]）と良く一致している。つまり、金属表面の不動態被膜が消滅し薄い塩 ($CrCl_3$,$CrBr_3$) 被膜が形成される反応において、塩自身の溶解度はクロムと臭素において大きな差異はないと考えられる。

以上のことから、溶液内のアニオンが Cl^- と Br^- である場合において局部腐食の挙動が異なる理由として、その濃度ではなく存在形態であることが重要であることが予想できる。これを確かめるため、XAFS 法によりその存在状態の観察を行った。異なる界面からの距離 $d(z)$ において測定した Cr-K,Br-K 吸収端での XAFS 測定より求めた動径分布関数を Fig. 12 に示す。比較のために同じ条件で $CrBr_3$、LiBr 溶液および $CrBr_3$、$Cr(OH)_3$ 粉末の XAFS 測定も行い比較した。標準試料の動径分布関数のピークの位置を Fig.12 に矢印で示した。

Cr 周りの動径分布関数は、$d(z)$=0.3, 0.8, 1.3mm のすべてに Cr-O に相当する位置にピークが現れておりその変化は小さい。それに対して、Br 周りの動径分布関数は、溶液だめに近い領域である $d(z)$=3.5mm では R=0.25nm 付近にピークがあるが、界面に近づくにしたがってそのピーク位置は R の小さい方にシフトし、界面近傍の $d(z)$=0.2mm においては R=0.22nm 付近にピークがある。R=0.25nm のピークは水が配位した Br イオンの Br-O に相当すると考えられる。Br においてのみ界面に近づくにつれてピーク位置が R の小さい方にシフトするのは、Br-Cr の寄与が大きくなるためであると考えられる。上述したようにこの条件では塩被膜が存在するが、その厚さは (数) 十ミクロン程度である。つまり、今回 $d(z)$=0.2mm で測定された状態は塩被膜そのものではなくその近傍の溶液状態中の Br の情報であると考えられる。

以上の結果を基に電気化学・溶液化学的考察を加え、界面近傍でのクロムおよび臭素の存在状態について考察してみる (Fig.13)。界面から離れた領域では、クロムおよび臭素は水（一部 -OH 基）に配位された状態にある。

一方、金属表面には薄い塩 ($CrBr_3$) 被膜が形成されており、その溶解平衡により界面近傍のクロムおよび臭素の濃度はそれぞれ 0.55M, 10M と高くなっている。そのため界面近傍ではクロムと臭素は互いに結びついた状態で存在すると考えられる。ただしクロムの配位状態の変化は、水や -OH 基の一部が臭素に置き換わるだけであろう。そのため、動径分布関数の $d(z)$ 依存性は、臭素について明瞭に確認されたのに対して、クロムでは大きな差異がみられなかったのであろう。

このように、電気化学ポテンシャルや溶液の条件等を制御した条件下で *in situ* 観察を行うことにより、液体 / 金属界面近傍に存在するイオンの濃度や構造が界面からの距離 $d(z)$ によってどのように異なるかを明らかにすることができた。こうした観察をアニオンの種類や金属の添加元素を変えて行うことにより、局部腐食のメカニズム解明に直結する情報を得ることができる。

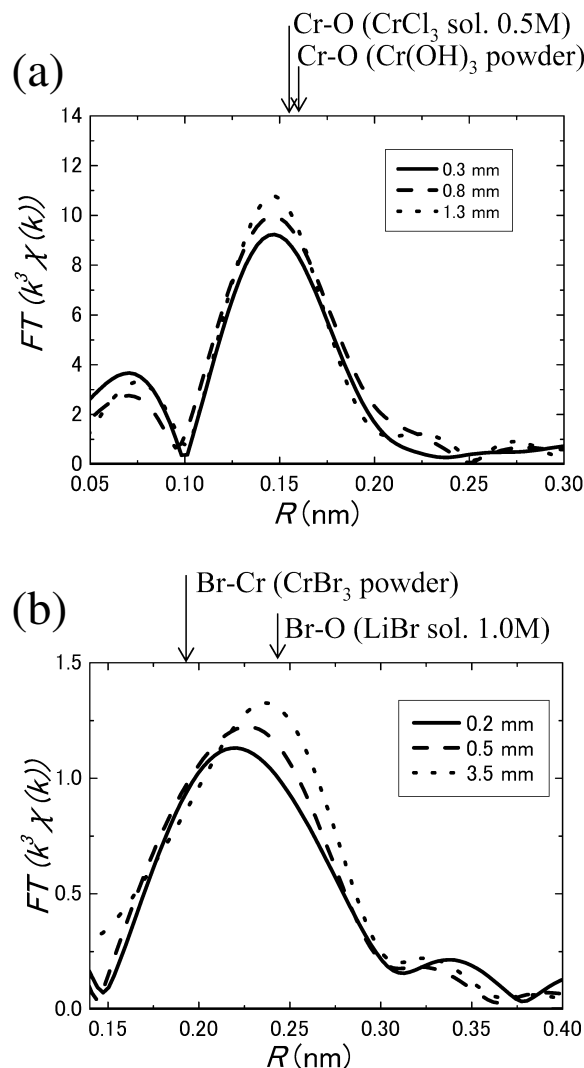



Figure 12 Fourier transforms of XAFS spectra obtained by *in situ* measurement at (a) Cr-K edge for $d(z)$=0.3, 0.8 and 1.3 mm, and (b) Br-K edge obtained by *in situ* measurement for $d(z)$=0.2, 0.5 and 3.5 mm.

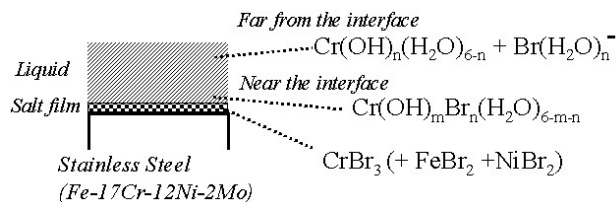



Figure 13 Schematic illustration of change of ion-complex structures inside the artificial crevice suggested by this study.

5．おわりに

本稿では Fig. 2 にあげたポイントの極一部の分野で取り組んでいる放射光利用研究について取り上げた。当社は鉄鋼材料・新規材料の研究における放射光利用のイン

パクトに注目し、1985 年頃より Photon Factory において研究に取り組んできた。特に種々の反応の *in situ* 観察により多くの興味ある現象を明らかにすることができた（例えば review [23-25] を参照ください)。その間、高エネルギー加速器研究機・物質構造科学研究所・放射光施設の方々、特に、松下　正、野村昌治、河田　洋、田中雅彦、森　丈晴、佐々木聡（現：東工大）の各先生方をはじめ多くの方々に多大な協力と支援を頂いており、ここで改めて心からの感謝の意を表したい。３章で紹介した研究の一部は、東北大学・多元物質科学研究所の早稲田教授と共同で進めたものである。又、本稿で紹介した研究は新日本製鉄の多くの研究者と共同で進めたものである。

鉄鋼材料においても放射光利用研究は広がりを見せており、2002 年の秋の関連分野の材料中心の学会でも多くの報告がなされている。冒頭に述べた学生さんから受けた質問に答えるならば、"「放射光で鉄鋼の研究」をする必要性は高まるばかりで、「鉄鋼分野には研究すること」が多く残されている"、とでもなろうか。それは新たな材料の開発に不可欠であると同時に、材料の total performance を高める上でも非常に重要になる。これからの材料に求められるものは、単に優れた特性だけでなく、その特性を長期にわたり安定して発現すること（信頼性)、材料のライフサイクル（製造→使用→廃棄）を考えた環境への負担、を含めた total performance であろう。その意味で鉄鋼材料の新たな展開に期待することは大きく、放射光を利用した研究がその契機となることを信じて今後も研究を進めていきたい。

引用文献

[1] M. Tanino and S. Suzuki, *Science of Steel* (UCHIDA ROKAKUHO Pub. Co., LTD., Tokyo, 2001).

[2] H. H. Uhlig and R. W. Revie, in *Corrosion and Corrosion Control, 3rd ed.* (John Wiley & Sons, Inc., New York, 1984).

[3] I. Matsushima, *Low-Alloy Corrosion Resistant Steel* (Chijin Shokan, 1995).

[4] H. Okada, Y. Hosoi, K. Yukawa, and N. H., J. Iron Steel Inst. Japan (TETSU-TO-HAGANE), **55**, 355-365 (1969).

[5] H. Okada, Y. Hosoi, K. Yukawa, and N. H., J. Iron Steel Inst. Japan (TETSU-TO-HAGANE), **56**, 277-284 (1970).

[6] M. Kimura, T. Suzuki, G. Sigesato, M. Saito, S. Suzuki, H. Kihira, K. Tanabe, and Y. Waseda, J. Japan Inst. Metals, **66**, 166-175 (2002).

[7] M. Kimura, T. Suzuki, G. Shigesato, H. Kihira, and S. Suzuki, ISIJ International, **42**, 1534-1540 (2002).

[8] M. Kimura, T. Suzuki, H. Shigesato, H. Kihira, and S. Suzuki, Surface and Interface Analysis, **35**, in print (2003).

[9] Y. Udagawa, *X-ray absorption fine structure* (GAKKAI SHUPPAN CENTER, 1995).

[10] Y. Waseda, *Novel Application of Anomalous X-ray Scattering for Structural Characterization of Disordered Materials* (Springer-Verlag, Heidelberg, 1984).

[11] R. L. McGreevy and L. Pusztai, Mol. Simulation, **1**, 359-367 (1988).

[12] M. Kimura, M. Saito, S. Suzuki, T. Suzuki, and Y. Waseda, JIM, **submitted** (2002).

[13] M. Yamashita, H. Sachi, H. Nagano, and T. Misawa, Tetsu to Hagane (ISIJ), **83**, 448-453 (1997).

[14] H. H. Uhlig and R. W. Revie, in *Corrosion and Corrosion Control, 3rd ed.* (John Wiley & Sons, Inc., New York, 1984).

[15] H. H. Uhlig, Z. Elektrochem, **62**, 700 (1958).

[16] S. Quian, R. C. Newman, and R. A. Cottis, J. Electrochem. Soc., **137**, 435-439 (1990).

[17] M. P. Ryan, N. J. Laycock, R. C. Newman, and H. S. Isaacs, J. Electrochem. Soc., **137**, 435-439 (1990).

[18] M. Kimura, M. Kaneko, and T. Suzuki, J. Synchrotron Rad., **8**, 487-489 (2001).

[19] M. Kimura, M. Kaneko, and N. Ohta, ISIJ International, **42**, 1398-1402 (2002).

[20] H. S. Isaacs, J. H. Cho, M. L. Rivers, and S. R. Sutton, J. Electrochem. Soc., **142**, 1111 (1995).

[21] H. S. Isaacs and M. Kaneko, in *Pitting: u-XAFS*, Montreal, 1997 (ECS), p. 341.

[22] R. C. West, in *CRC Handbook of Chemistry and Physics, 70th ed.*, edited by R. C. West (CRC Press, Inc, Boca Raton, FL,, 1989), p. B-103.

[23] M. Kimura, J. Mater. Sci. Soc. Jpn., **38**, 43-48 (2001).

[24] M. Kimura, Transactions of the Materials Research Society of Japan, **26**, 775-778 (2001).

[25] M. Kimura, Materials Science Research International, **Special Technical Publication-1**, 394-397 (2001).

[26] 東京日本経済教育センター : 鉄・21 世紀も人類を支える (日本経済教育センター , 東京 , 1999)

著者紹介

木村正雄　Masao KIMURA

新日本製鐵㈱ 先端技術研究所
解析科学研究部　主任研究員
〒 293-8511　富津市新富 20-1
TEL: 0439-80-3130　FAX: 0439-80-2746
e-mail: kimura@re.nsc.co.jp

略歴：1987 年京都大学工学研究科修士課程修了（1993 年工学博士)、1987 年新日本製鐵㈱ 第一技術研究所、1993 年米国 Northwestern Univ., Dept. Mater. Sci. & Eng. 客員研究員、1995 年新日本製鐵㈱ 先端技術研究所

最近の研究：固体 / 液体界面反応制御（鉄鋼の腐食、新材料合成)。社内の放射光ニーズに対応してその他いろいろ（表面回折、高温反応、トポグラフ)。

趣味：自転車、登山、サッカーの真似事、庭 (?) の手入れ。

金属・半導体材料の反射小角散乱実験

奥田浩司、落合庄治郎
京都大学国際融合創造センター

GI-SAXS experiments of inorganic materials at BL-15A

Hiroshi OKUDA，Shojiro OCHIAI
International Innovation Center, Kyoto University

1．はじめに

小角散乱は数度程度までの角度範囲の散漫散乱強度を、不均一構造（電子密度分布) のフーリエ変換であるとして解析し、ナノメートルから数十ナノメートル程度のスケールの構造を評価する実験手法である。PF でも筆者らが対象とする金属・無機材料をはじめ、高分子、生体材料など広範な材料に対する実験が 2 本の異なる特徴をもつ専用ビームラインを中心に活発に行われている [1]。小角散乱法は金属材料においてはナノメートルスケールで起こる析出過程を実時間で観察する目的に対しても有効な手法である。BL-15A は時分割測定によるその場小角散乱実験には理想的なビームラインであり、筆者らは Al 基を中心とした微細析出構造の時間変化について透過小角散乱測定によるその場実験を行ってきた。これらの実験では従来の ex-situ 実験では全く分からなかった、数秒で終わってしまうナノ粒子の構造変化のキネティクスや、強い外部擾乱のかかった状態での相変態過程など、時分割測定ビームラインであることを生かした新たな知見が得られてきた。一方、ナノスケールの無機材料として重要な薄膜、多層膜に関連しては、初期には透過小角散乱に最適化された集光系の仕様が反射配置のためのすれすれ入射には適さなかったが、1998 年の PF の高輝度化、それに続いた BL-15A の光学系（特にミラー）の改良により、反射配置での実験にも格段に使い勝手が良くなった。

反射配置の小角散乱実験 (Grazing Incidence Small-Angle X-ray Scattering, GI-SAXS) は Northwestern 大学の J. B. Cohen のグループ [2] や Poitiers 大学の A. Naudon ら [3] が十数年前に試み始めた比較的新しい実験手法である。表面近傍のナノ粒子、ナノ組織の評価に有効であるため、特に最近のグラニュラーや自己組織化タイプの薄膜評価には適している。SPM (Scanning Probe Microscopy) などの顕微鏡法と比較した場合には、埋もれた界面、つまりキャップ層をつけた埋めこみ構造の非破壊評価にも利用できるという面で有効であると期待される。また、金属組織評価という観点からは相分離などの空間的な不均一構造を生成する過程における表面効果､例えば原子空孔の枯渇による表面遅延効果、あるいは表面偏析や表面反応などに起因する表面改質初期過程の観察などを非破壊、したがって時間分割で調べることも可能な魅力的な実験手法である。本稿では BL-15A での反射小角散乱実験で得られた Si 基板上の Ge アイランドおよびアルミニウム合金表面に関する実験結果を紹介する。

2．実験方法

2-1. 実験配置

GI-SAXS では通常全反射臨界角 α_c の約 2–3 倍程度の入射角で入射したビームに対して生じる小角散乱強度を測定、解析する。BL-15A の波長（～ CuK_α）での臨界角は 0.2° から 0.35° 程度である。多軸ゴニオメータを使った反射率の測定では入射ビームの 0° 調整は比較的簡単にできるが、小角散乱ビームラインでは試料から下流にはゴニオ、スリット系の入る余地はないため、別途、微小角の制御・測定方法が必要になる。Fig. 1a はビームラインに反射配置の小角散乱実験のセットアップをした写真である。試料は回転ステージ上の真空槽（矢印）中にとりつけられ、下流のイメージインテンシファイア（II）と CCD で散乱強度を測定する。通常の小角散乱実験と異なり、GI-SAXS では直射光用のビームストップ以外に鏡面反射を止めるビームストップも必要となる。本実験では全反射領域からある程度以上離れた部分の鏡面ビームストップは半透過とすることで鏡面反射スポットの位置をモニターし、θ–2θ の角度キャリブレーションに利用している。カメラ長が 1 m 強となる小角散乱実験では臨界角程度の入射角で跳ね上げられる反射光も検出器位置で直射光から 8mm 程度ずれるため、CCD のライブモードで観察することにより、試料の回転に伴って鏡面反射スポットが例えば 4α_c 程度の所定

(a)

(b)

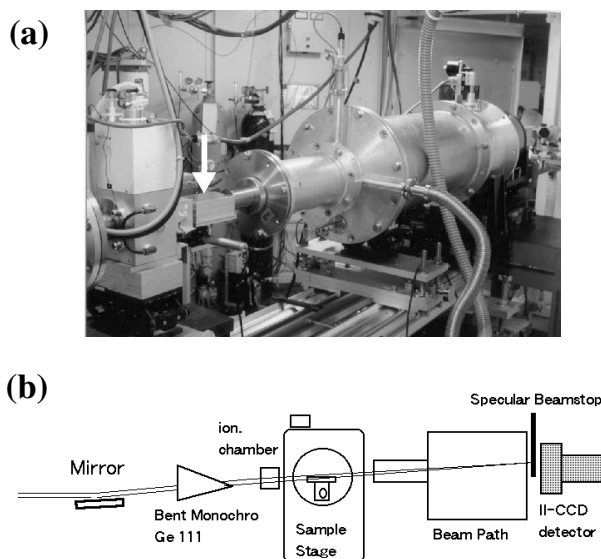



Figure 1 Experimental setup for GI-SAXS measurements at BL-15A.

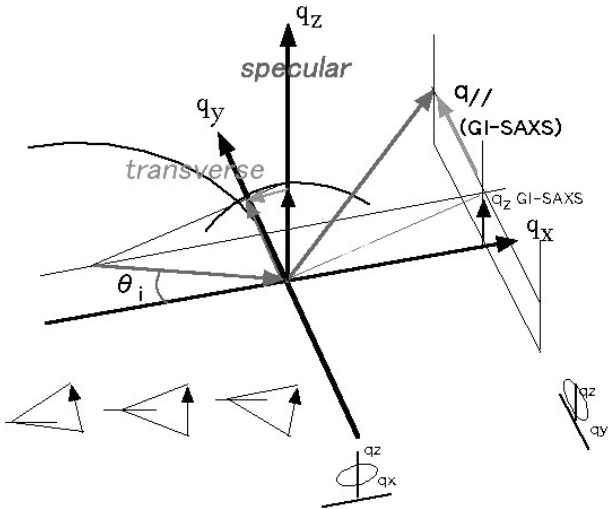



Figure 2 Relationship between GI-SAXS, reflectivity and diffuse scattering measurements.

の位置まで移動する様子を簡単に実時間で確認できる。

Fig. 1b は上の写真を模式的に示したものである。透過配置の小角散乱実験と比較した場合、GI-SAXS では表面あるいは表面近傍のナノ構造を評価できるというメリットがある反面、基板に対するＸ線の入射角の分、基板自身の影が検出器上にできるという問題がある。膜厚方向の比較的大きな構造、例えば数十ナノメートル程度の構造情報は大部分 $2\alpha_c$ 程度の範囲の内側に隠れてしまうため、膜内部での基板垂直方向の特徴長さが数十ナノメートルを超えるような構造の評価には適さず、むしろ半導体ナノドットのように、基板垂直方向には数ナノメートル程度の大きさを持つ構造の評価を得意とする。ナノドットが最表面にある場合にはエバネッセント波の利用という考え方ができるのでこの限りではないが、上記のように埋もれた構造を $2\alpha_c$ 程度以上の角度で見る場合には基板の影によるカットオフ長さはおよそ入射角 α_i に対して λ/α_i (λ はＸ線波長) 程度となる。

Fig. 2 は反射率測定などの回折計を利用した測定と GI-SAXS の測定する領域を比較したものである。図に示されているように回折計を使った鏡面反射率、散漫散乱測定では散乱ベクトルは散乱面内にあるのに対し、小角散乱測定ではそれに垂直な面内を測定する。ここで散乱面内で図の左右方向を x 方向（q_x)、上向きを z 方向（q_z)、GI-SAXS をとる奥行き方向の軸を y 方向（q_y）と呼ぶことにする。反射率、散漫散乱測定では一つの入射角に対して一つの測定角のデータを逐次一点ずつ測定することになる。GI-SAXS では α_i を固定するために厳密には鏡面反射条件の点で q_y-q_z 平面と交わるエバルト球面上の強度になるが、近似的には q_y 方向に一次元検出器、あるいは q_y-q_z 面方向に二次元検出器を設置することによって一度に散乱プロファイルが得られ、散漫散乱の時分割測定に有利である。二次元検出器としてはダイナミックレンジや画像歪の点で IP に利があるが、回折計をもたない光学系での反射光学系調整では II-CCD の実時間性が非常に強力なツールになるため、本実験では 9 インチ II と冷却 CCD の組み合わせでの測定を行っている。

３．結果と解析

3-1. 埋めこまれた半導体アイランドの構造評価

Si(001) 基板上に Ge のナノドット成長後、Si キャップ層で覆った試料について GI-SAXS のデータを紹介する。試料は模式的には Fig. 3 に示すような構造になっている。Si と Ge の格子定数差によって Ge は Stransky-Krastanov 型の成長を示すこと、成長条件によってドットのサイズや数密度は変化し、形状は底辺の広いファセット又はドーム型になることが知られている。このような構造をキャップ層の上から評価する場合、定量的な解析を目指すのであればナノドットからの小角散乱だけでなく、キャップ層の厚さや下地の構造などについての情報も必要になる。従って GI-SAXS と反射率測定を組み合わせることが有効である。

Fig. 4 は上記の Ge ナノドット試料からの反射率曲線である。すぐに分かる特徴として、この曲線は 2 つの振動成分を持っている。一つは周期 0.146nm^{-1} のいわゆる膜厚フリンジ的な振動であり、もう一つはその振動の包絡線と

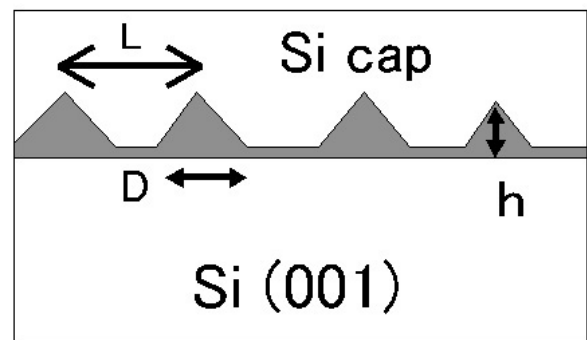



Figure 3 Schematic drawing of the Ge nanodot sample used in the present experiment.

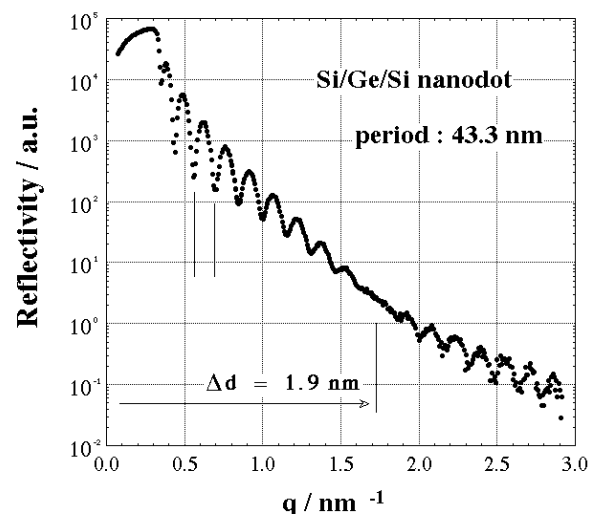



Figure 4 Specular reflectivity of the sample used for GI-SAXS measurements.

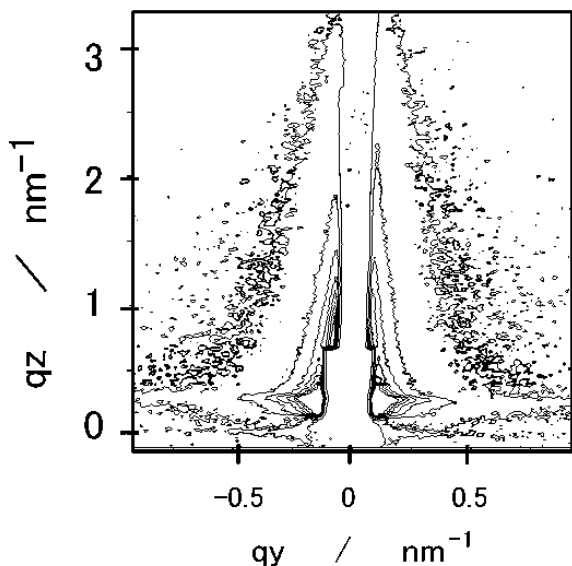



Figure 5 GI-SAXS pattern with α_i=0.28 degree.

Figure 6 GI-SAXS pattern with α_i=0.5 degree. The position of specular reflection transmitted through specular beamstop is shown by an arrow.

して認められるゆっくり変動する成分である。これらは例えば Holy の反射率の教科書 [4] にも示されているように、比較的厚い層と薄い層の 2 層構造になっている膜の反射率でよく現れるパターンである。今回の試料は厳密には多層膜ではないが、多層膜の考え方に即してみるとキャップ厚が 41nm、アイランド層の平均厚さが 1.9nm であることに相当する [5,6]。

Fig. 5 は α_i = 0.28° に対する GI-SAXS パターンである。BL-15A の波長（0.15nm）では Si の臨界角と Ge の臨界角の中間程度の入射角に相当する。図の下部中央の白抜きの円状の部分が直射光に対するビームストップ、そこから縦に伸びている影が鏡面成分に対するビームストップである。なお、この条件では入射角が臨界角に近いので、鏡面反射は完全に止められている。このパターンを見ると、q_z 方向に伸びる比較的弱い散漫散乱成分と、q_z ～ 0.3nm^{-1} 付近に q_y 方向に伸びる髭のような弱い数本のストリークが認められる。これは入射角が浅いために Ge ナノドットの形状因子がはっきりと認められるほどX線が侵入していない一方、Si キャップ層の厚さに対応する厚さフリンジの振動成分が q_z の低い側に現れていると考えられる。入射角をこの角度に固定して回折計でディテクタスキャンをすると Fig.5 とほぼ同じ周期の散乱強度の振動が丁度鏡面ビームストップの裏側に相当するところで観察できる。Fig. 6 は入射角を 0.5° にした場合の散乱強度である。GI-SAXS の標準的な条件とされるほぼ $2\alpha_c$ の入射角に相当するが、ナノドットの形状因子に対応する q_z 方向に長く伸びた小角散乱強度が明瞭に認められる。また、ドット間の面内の干渉効果により、q_y<0.15nm^{-1} の範囲では散乱強度が低下し、結果的に散乱強度の等高線が釣鐘型に見えるという効果を与えている。

この散乱パターンの解析からナノドットの構造を調べることになるが、透過配置の小角散乱強度の解析と比較すると、反射配置に特有のいくつかの条件が出てくる。まず透過小角散乱の場合には散乱強度は絶対強度に換算するため、透過率やバックグラウンド測定とともに、標準試料の散乱強度を測定して強度換算・補正を行う。反射配置でもこれらに対応する規格化方法が必要になる。最も考えやすい方法は反射率との組み合わせである。Fig. 6 の鏡面ビームストップを透過して来る鏡面反射スポットの強度からビームストップの透過率を補正すると、別途測定した反射率曲線を利用することによって入射X線の強度を 1 とした時の小角散乱強度に換算することが可能である。強度の規格化という意味では反射配置のサンプルホルダに通常の透過実験用の標準試料を取り付けるという選択もありうるが、 z 方向の構造、例えば本試料の場合ではキャップ層の厚さなどが決まらないと吸収補正ができないということを考えると、反射率測定はいずれにせよ必要である。現状では反射率測定と GI-SAXS が全く別個の測定になってしまうため、角度キャリブレーションの精度など検討課題もあるが、今のところ有力な方法ではないかと考えている。得られた散乱強度からギニエ近似によって慣性半径を求めると、Table1 に示すように面内方向に約 9.3nm、垂直厚さに 2.9nm となった。また、試料を面内方向で 0° ～ 45° 回転させて測定した結果、慣性半径には異方性が無いことがあきらかになった。運動学的なモデル計算をすると、ファセットによるピラミッド型の構造をとった場合には慣性半径で 1 割程度の異方性が認められなければならない。従って今回測定したナノドットの形状は円錐またはドーム型であると結論できる。さらに面内に異方性が無い場合に限定して同様に強度のモデル計算から形状を考えると、このナノ

Table 1 Structure parameters of Ge islands determined from GI-SAXS.

	0	35	40
R_g(y)/nm	9.3	9.5	9.2
$2R_g$(z)/nm	3.0	2.9	2.8
L/nm	44.2	42.5	43.6

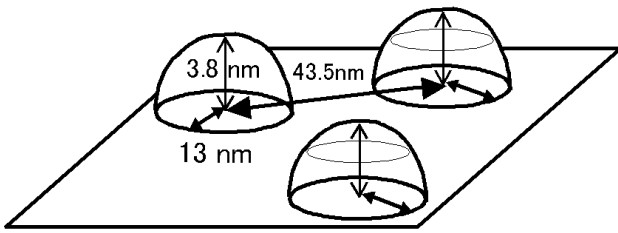



Figure 7 The structure of Ge islands determined by the present measurement.

ドットは斜面の部分が円錐と放物面の中間的なものであるとすると実験的に得られるプロファイルを良く説明できることがわかり、前述のドット間干渉ピークから求まる平均距離の情報を合わせると結論として Fig. 7 に示すように底面半径 13nm、高さ 3.75nm のほぼ回転放物面に近いドーム状のナノドットが 6×10^{10}/cm^2 の密度で等方的に分布していることがわかった。

さて、以上の解析は基本的に透過小角散乱強度の解析と同様、運動学的な取り扱いによってきた。一方、反射配置での散漫散乱解析では入射波だけでなく、物質内部の反射波による散漫散乱の寄与も含めるなどの、鏡面条件に対する多重回折効果まで取り入れた計算が必要になるとされている [7]。実際半導体基板表面に露出したナノドットの場合には比較的低角入射の条件を使い、動力学的回折効果を有効に利用した解析例が報告されている [8,9]。このような取り扱いは散乱強度の解析手法という意味では面白いが、材料評価という立場では DWBA 近似では摂動を与える散乱体を透過してから回折する波、回折してから散乱する波などをすべて考慮して多層膜の光学理論と組み合わせて取り扱う必要があるため計算が煩雑になり、ナノドットが薄膜中にどのように分布しているかで取り扱いの式自体が変わってしまう [10]。散乱体の形状などと散乱パターンとの関係も直感的な見通しのつきにくいものになってしまう。また、DWBA 自体も近似計算法で、実際の散漫散乱強度をうまく説明できるのは特定の条件下であるため [7]、どのような場合に DWBA が、あるいは運動学的解析が適当な解析手法となるのかという見極めも重要である。今回の解析についてこの点を検討する。反射率との対応で考えてみると、摂動を起こすナノドットは一層しかないので、このナノドット層で散乱されてから Ge 層と Si 基板の界面で鏡面反射、あるいは界面で鏡面反射してからナノドットの形状による散乱を受ける波が補正項として加わることになる。そこでこの強度の桁を見積もることにすると、解析に使った実験条件は α_i が約 0.5°、従って 2θ で 1° であるから、対応する反射率は約 10^{-3} 以下である。つまり大雑把に言うと運動学的な強度成分に、反射光の方向を入射方向としてその強度が運動学的散乱を起こしている線源の 10^{-3} 以下であるような入射光による散乱を重ねた程度の補正をすることに相当する。したがって散漫散乱強度自体に q の非常に小さいところに強い強度成分を持つ、というような特徴がなければ、今回解析している実験条件では、基板の影ぎりぎりのような動力学的効果の出やすい部分を除けば運動学的回折理論でのデータ解釈で十分であるということになる。この試料のように摂動となる散乱体、つまりナノドットが一層だけ埋もれている場合はこのような検討は反射率データがあれば比較的簡単にでき、もっと大雑把な見積もりであれば多層膜構造に対する Fresnel 反射率を計算してみるだけでも桁の概算はできる。その意味でも GI-SAXS と反射率は一組のデータであると考えるのが良い。また、以上の議論から逆に、同じ Si キャップ層で埋めこまれた Ge ナノドットの GI-SAXS データの解析であっても、ドットサイズが大きくなり、基板の影の影響を避けるために入射角を α_c にかなり近づけて測定する必要のある場合には DWBA による計算を採用しないと散乱プロファイルを解釈できなくなることが予想される。現在このようなケースについての解析を進めている。

3-2. Al 合金の表面近傍の析出物半径

次の例として、Al-Ag 合金の表面近傍での析出物半径の変化を測定した例を紹介する。Al 合金の表面近傍が GI-SAXS 実験の対象として興味あるのはかなり古典的な理由からである。アルミニウムに銅、銀、亜鉛などを加えた合金の場合、高温の均一状態から急冷・熱処理すると準安定状態として Guinier-Preston Zone（GP ゾーン）と呼ばれる構造が生成することが知られている。ジュラルミンが硬くなる原因ともなる相分離現象である。GP ゾーンを形成する Al 合金、高温の高対称相（固溶体）からのクエンチで相分離を進める場合、拡散を担う原子空孔も高温での高濃度空孔が部分的に凍結されて低温での初期の拡散を加速することは古くから知られていた。ジュラルミン等に代表される高強度アルミニウム合金では拡散による析出物形成によって材料を強化するため、凍結された空孔の挙動には関心がもたれてきている。これらの高強度アルミニウムでは結晶粒界の近傍に析出物のない部分（PFZ）が形成され、局所的に強度の低い部分を作ってしまうために疲労強度などの機械的性質に悪影響を及ぼし、このような材料を低環境負荷材料として利用して軽量化をはかる場合のネックになっている。PFZ が形成されるメカニズムのひとつと

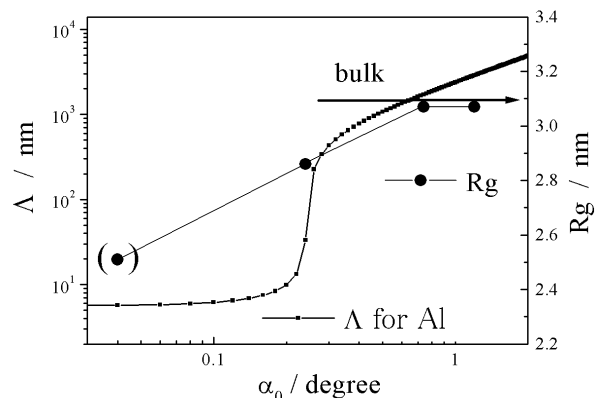



Figure 8 Radius (R_g) and penetration depth (Λ) as a function of the angle of incidence for Al-Ag single crystal sample aged at 423K.

して疑われているのが結晶粒界・表面が凍結原子空孔の消滅場所となるため、粒界近傍のクラスタリングが抑制されてしまうという過程である。GI-SAXS では従来非破壊で調べることが困難であった表面近傍での析出過程を捕らえることができ、上記の析出過程に対する表面効果を実験的に調べることができる。

Fig. 8 は Al-Ag 合金を 423K で熱処理した GI-SAXS 測定結果である。入射角を変化させた場合のＸ線の試料への侵入深さのグラフに、実験的に得られた慣性半径を重ねてプロットしている。浅い入射角に対する慣性半径は小さく、したがって試料表面近傍になるほど平均半径は小さい。入射角がより大きくなると慣性半径は一旦小さくなると期待されるが、現状ではその領域の良好なデータは取得できていない。Al 合金は熱処理などが関係して反射配置で問題になる厚さ程度での表面モフォロジーの制御が難しいため、現在試料の処理方法などの検討を進めている。

４．最後に

BL-15A で進めている反射配置での小角散乱実験の現状を中心に紹介した。半導体アイランドでは、小角散乱実験によってアイランドの形状因子を実験的に決めることができれば次にその情報を利用して内部歪や界面拡散の問題に取り組むことができる。また、実時間性ということから言えば、結晶成長装置を持ち込むことができれば拡散を伴いながら生成するナノクラスターの形成機構を詳しく調べることができ、例えば基板温度との関係で生成時の粒成長がナノクラスター構造制御を阻んでいるいくつかの材料系での制御因子解明などにも役立つと期待できる。

反射配置の小角散乱実験では以上に示したように、反射率と組み合わせた同時測定が可能になると測定精度、得られる情報が極めて豊富になる。当面はそれぞれ別のビームラインを利用した測定という形で結果を出していく必要があるが、GI-SAXS を含む使い勝手の良い広義の反射率ビームラインができれば基礎的な結晶成長から材料開発まで広い範囲での応用が可能ではないかと期待している。

引用文献

[1] 猪子、松岡ら、 結晶学会誌 Vol. 41「入門講座 意外に多い小角 散乱実験からの情報 （基礎編、応用編 連載）

[2] J. R. Levine et al. , J. Appl. Cryst. **22**, 528 (1989).

[3] A. Naudon in *Modern Aspects of Small-angle scattering*, ed. H. Brumberger, p.181(Kluwer, Dordrecht 1995).

[4] V. Holy, U. Pietsch and T. Baumbach, *High Resolution X-ray Scattering from Thin Films and Multilayers* p.121 (Springer,1999).

[5] 奥田浩司 , KEK proceedings **2001-25**, 52 (2002).

[6] H. Okuda, S. Ochiai, K. Ito and Y. Amemiya, Appl. Phys. Letters **81**, 2358 (2002).

[7] S. K.Sinha et al., Phys.Rev. **B38**, 2297 (1988).

[8] M. Rauscher et al., J. Appl. Phys. **86**, 6763 (1999).

[9] J. Stangl et al., Pys. Rev. **B62**, 7229 (2000).

[10] M. Rauscher, T. Saldit and H. Spohn, Phys. Rev. **B52**, 16855 (1995).

著者紹介

奥田浩司　Hiroshi　OKUDA
京都大学　国際融合創造センター　助教授
〒 606-8501　京都市左京区吉田本町
TEL: 075-753-5193
FAX: 075-753-4841
e-mail: okuda@iic.kyoto-u.ac.jp

略歴：1988 年京都大学工学研究科博士課程修了、2002 年より現職　工学博士。
最近の研究：小角散乱法を応用した薄膜、強非平衡材料の構造形成過程解析とシミュレーション。

落合庄治郎　Shojiro　OCHIAI
京都大学　国際融合創造センター　教授
〒 606-8501　京都市左京区吉田本町
TEL: 075-753-4834
FAX: 075-753-4841
e-mail: ochiai@iic.kyoto-u.ac.jp

略歴：1992 年京都大学　教授。1997 工学部附属メゾ材料研究センター長　2002 年より現職　工学博士。
最近の研究：機能性複合材料の特性評価と設計。

建設・改造ビームラインを使って

BL-7A を使用した NEXAFS 測定

松家則孝[1]、大内幸雄[1]、関一彦[2]
[1] 名古屋大学理学研究科物質理学専攻、[2] 名古屋大学物質科学国際研究センター (RCMS)

NEXAFS measurement using BL-7A

Noritaka MATSUIE[1], Yukio OUCHI[1], Kazuhiko SEKI[2]
[1]Department of Chemistry, Graduate School of Science, Nagoya Univ., [2]Research Center for Materials Science, Nagoya Univ.

1．はじめに

BL-7A がそれまでの平面回折格子分光器（PGM）から不等刻線間隔回折格子（VLSG）分光器に更新されたのは 2000 年秋の事である。筆者らのグループが旧 BL-7A を使った実験を行ったのは 1999 年 10 月であり、改造後は 2001 年 6 月、同 11 月、2002 年 6 月とほぼ半年に一回のペースでビームラインを利用させて頂いた。それまでは BL-11A を使用させて頂いていたが、BL-11A ではミラーの汚染による炭素吸収端近傍でのビーム強度の落ち込みが大きく単分子膜を用いた NEXAFS 実験に非常に不便していた。ひょんな事から、旧 BL-7A は C K-edge 吸収端を測定可能であることを聞き、上記の 1999 年 10 月に測定させて頂いたのが最初の利用である。その後 BL-7A は更新作業に入ったため、旧 BL-7A での測定は一度しか行えていないが、その範囲内で新・旧 BL-7A の比較をしつつ新 BL-7A を使う際に注意する点など簡単に報告してみたい。

旧 BL-7A と新 BL-7A の詳しい特徴・性能については巻末の文献やホームページなどを参考にして頂きたい [1-6]。旧 BL-7A が平面回折格子を用いていたのに対し [1]、新しいラインは BL-11A と同じく球面鏡（M2）と不等刻線間隔平面回折格子（VLSG）から構成される Hettrick 型の分光光学系を採用している（Fig. 1）[2-6]。軟Ｘ線のエネルギー分散方向を回転させるために分散方向回転ミラーシステム（Mr）を挿入している点が BL-11A と大きく異なる点の一つである。新 BL-7A の最大の特徴はエネルギー分散した軟Ｘ線を用いて軟Ｘ線エネルギー分散型 XAFS を行うことができる点である。それらの成果については文献

Figure 1 Schematic layout of a new soft X-ray beamline, BL-7A, at the Photon Factory, consisting of the Hettrick-type optics (from S1 to S2). Vertical dispersion of X-rays at the exit slit (S2) is rotated by 90° with a dispersion converter, Mr[4].

[3-5] を参考にされたい。筆者らのグループではエネルギー分散型 NEXAFS に対応した BL-7A のチャンバーを使用せず、大学から持ち込んだチャンバーにて実験を行っている。これは測定するサンプル数が非常に多いこと、これまでの実験と実験条件を揃える必要性などの理由による。残念ながらこの稿だけでは BL-7A の評価には足りないことになるが、ビームラインを利用する際の一助として頂ければ幸いである。

2．実験手法など

著者らの実験では蒸着膜、自己組織化単分子 (SAM) 膜、Langmuir-Blodgett(LB) 膜 [7]、液晶配向用ポリイミド膜 [8]、イオン性液体など種々のサンプルを対象としており、測定手法は全電子収量法（漏れ電流による）、部分電子収量法（チャンネルトロンによる）、Auger 電子収量法（円筒鏡型分析器（CMA）による）を目的や状況により使い分けている。各測定手法に必要とされる電流計や高圧電源等の機器は一部を持ち込み、一部をビームラインからお借りしているので、利用可能な機器の詳細についてはライン担当者の雨宮氏に問い合わせて頂きたい。なおビームライン据え付けのチャンバー（分析器は SCIENTA SES-2002）を用いる場合には BL-7A の特徴である軟Ｘ線エネルギー分散型 XAFS、XMCD、XPS を測定することができる。またチャンバーに付属した MCP（阻止電場用電極付）を使った簡便な XAFS 測定を行うことも可能である。

3．BL-7A 実験時の注意

エネルギー分散型 XAFS を用いない我々の実験では単色化した軟Ｘ線を小さなビームスポットに絞る必要がある。よって分散方向回転ミラー（Mr）は特に必要なく、原理的には出射スリット (S2) を狭め分散方向回転ミラー直後に設置されている 4 象限スリットを狭めれば上述のビームスポットが得られるように思われる。しかし実際の BL-7A では 4 象限スリットを狭めてもビームスポットはある大きさ以上は絞り込まれず、試料位置において横長な形状を持つ。この状態では試料基板に対し斜め方向から軟Ｘ線を入射すると基板上のスポットが広がってしまい、基板以外の部分に軟Ｘ線が当たってしまうという問題を

生じる。そこで我々のグループでは分散方向回転ミラーを光路に入れてビームスポットの向きを90°回転させることにしている。この作業によりスポット形状は横長から縦長になるため、軟X線が試料の回転中心に当たっていれば試料回転によって基板上のスポットが広がることは避けられる。分散方向回転ミラーは手動で動かすだけの簡単な作業で光路に入れることができる。垂直方向に回転させた後のスポットサイズは目視で確認した限りでは約横0.5mm×縦2mm(蛍光基板上)以下には絞り込めないようである。この状態を実験で確認したところ縦方向のスポットサイズは6mm以下だと見積もられたため、試料基板は横20(30)mm×縦10mmのサイズを使用している。

ところでビームスポットの向きを回転させると分散方向回転ミラーから下流の光路が大きくずれるため別途注意する必要がある。水平方向から垂直方向へビームスポットを回転させた場合、ライン下流から見て右方向へ2～3cm、上方向へ1cm程度ずれるようだ。従って測定チャンバーとラインとの接続に用いるベローフランジは大きめのもの（例えばICF114サイズ）を使わないとベローの壁面に光が遮られてしまう。余談だが重量の軽いチャンバーだとベロー径を広げたことによる差圧の増加に耐えきれず、ライン側に引っ張られることがある。笑い話のようだが実際に起こると実験どころではなくなるので、我々のグループでは鉛ブロックを重りがわりに使い、ロープを併用してチャンバーを安定させている。

出射スリット（S2）を狭めるほど分解能は良くなるが、我々の実験ではそれほど高分解能を必要としないため通常は100μmに設定している。50μmほどに狭めれば多少分解能は上がるが単分子膜の測定や入射直前のリング電流が落ちた時などは信号強度が微弱となるため、測定は厳しくなるように思う。

Figure 2 C K-edge NEXAFS spectra of cyanuric acid on Si. The measurement was conducted at new(solid) and old(dotted) BL-7A. In old BL-7A, some ghost peaks are observed near C 1s → π* transition peak(290eV).

4．旧BL-7Aとの比較

我々のグループにとって新BL-7Aで大きく改善された点は、高次光の混ざり込みによるゴーストピークが消失したことである。Fig. 2に旧BL-7Aと新BL-7Aで測定したシアヌル酸のC K-edgeスペクトルを示す。シアヌル酸は我々のグループにおいて標準試料として用いられている化合物の一つである。シアヌル酸では290eV付近にC 1s→π*遷移ピークが観察されるが、旧BL-7Aでは高次光の影響によりC 1s→π*遷移ピークの前後にゴーストピークが現れている。このため解析時にはゴーストピーク除去の作業を行う必要があったが、完全な除去は困難であった。新BL-7Aでは高次光が除去されたためC 1s→π*遷移ピークが一本のピークとして観察されており、ビームライン更新によって高次光の影響が大きく改善されたことが分かる。

旧BL-7Aの測定プログラムはPC98上のN88BASICで動作しており昔のOSであるだけに種々の問題に悩まされたが、新ビームラインではOSはWindowsに更新され、測定はLabVIEW上のプログラムに変更された。これに伴い旧BL-7Aで悩まされていた諸問題はほぼ解決し、GUIを使用しているためパソコンの画面を見ればほぼ直感的に操作ができるようになった。また、雨宮氏の御努力によりBL-7Aのプログラムは日々改良が加えられており容易に扱えるシステムとなっている。OSのWindows98とプリンタドライバ（+ LabVIEW）の相性が悪いらしく測定データを印刷するときに頻繁にフリーズするなど多少の問題もあるが、これらの問題点も徐々に解決していくと思われる。

BL-11AでもBL-7Aと同じ形式の測定プログラムを採用しており、通常のXAFS測定を行う上では両ラインの使い勝手はそれほど変わらない。BL-7AとBL-11Aの差を定量的に議論できるほどのデータを集めることができていないが、我々の実験の範囲内においてC K-edgeを除けばBL-7AとBL-11Aは同等な性能を有していると認識している。今後はC K-edgeの比較も含めた上で、必要とするedgeや条件に応じて両ビームラインを使い分けて行きたいと思う。またBL-7Aの特長であるエネルギー分散型XAFSについても、短時間に高分解能の表面XAFS測定が行える非常に強力な手法を生かせるような研究を提案していきたいと考えている。最後にこのようなビームラインを整備し日々改良を加えておられる雨宮健太博士に心よりお礼申し上げます。本稿に紹介しましたデータはKEK-PFの共同利用研究（課題番号：97G311, 99G180, 2000G282, 2002G288）において測定されたものです。

引用文献

[1] H. Namba, H. Daimon, Y. Idei, N. Kosugi, H. Kuroda, M. Taniguchi, S. Suga, Y. Murata, K. Ueyama and T. Miyahara, Rev. Sci. Instrum. **60,** 1909 (1989).

[2] K. Amemiya, Y. Kitajima, T. Ohta and K. Ito, J. Synchrotron Rad. **3,** 282 (1996).

[3] K. Amemiya, H. Kondoh, A. Nambu, M. Iwasaki, I. Nakai, T. Yokoyama and T. Ohta, Jpn. J. Appl. Phys. **40** L718

(2001).
[4] 雨宮健太、近藤　寛、太田俊明, 表面科学 **23,** 345 (2002) .
[5] K. Amemiya, H. Kondoh, T. Yokoyama and T. Ohta, J. Electro. Spectrosc. Relat. Phenom. **124,** 151 (2002).
[6] http://pfwww.kek.jp/users_info/users_guide_e/stations_spec_e/bl7a.pdf
[7] A. Fujimori, T. Araki, H. Nakamura, E. Ito, M. Hara, H. Ishii, Y. Ouchi and K. Seki, Langmuir **18,** 1437 (2002).
[8] N. Matsuie, Y. Ouchi, H. Oji, E. Ito, H. Ishii, K. Seki, M. Hasegawa and M. Zharnikov, Jpn. J. Appl. Phys. **42,** L67 (2003).

著者紹介

松家則孝　Noritaka MATSUIE
名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻（化学系）
物性化学研究室
〒464-8602 愛知県名古屋市千種区不老町
TEL: 052-789-5879
FAX: 052-788-3226
e-mail: matsuie@chem.nagoya-u.ac.jp
略歴：2002 年 2 月現在 名古屋大学理学研究科 博士後期課程 2 年。
最近の研究：NEXAFS を用いた液晶配向用紫外線照射ポリイミドの研究。
趣味：合気道・突発的な飲み会企画。

大内幸雄　Yukio OUCHI
名古屋大学大学院理学研究科物質理学専攻（化学系）
助教授
〒464-8602 愛知県名古屋市千種区不老町
TEL: 052-789-2485
FAX: 052-788-3226
e-mail:ohuchi@mat.chem.nagoya-u.ac.jp
略歴：1987 年東京工業大学大学院理工学研究科有機材料工学専攻修了。東京工業大学助手、カリフォルニア大学バークレー校物理学科研究員を経て現職。

関一彦　Kazuhiko SEKI
名古屋大学物質科学国際研究センター　教授
〒464-8602 愛知県名古屋市千種区不老町
TEL: 052-789-2494
FAX: 052-789-2944
e-mail:seki@mat.chem.nagoya-u.ac.jp
略歴：1975 年東京大学大学院理学系研究科化学専攻修了。分子科学研究所助手、広島大学理学部物性学科助教授、名古屋大学理学部化学科教授などを経て、98 年より名古屋大学物質科学国際研究センター教授。

BL-9A を利用した S, P K-edge の XAFS 測定

赤井俊雄
シーエーシーズ株式会社　横浜分析センター

S, P K-edge XAFS measurements with BL-9A

Toshio AKAI
Yokohama Laboratory, Center for Analytical Chemistry and Science (CACS) Inc.

1．はじめに

BL-9A は、高エネルギー加速器研究機構の野村先生によって建設された XAFS 測定用ビームラインである [1,2]。このビームラインは、従来の BL-7C と同等以上の高強度、BL-12C 以上の高分解能と使い勝手を兼ね備えており、その特徴や使用にあたっての問題点、注意点に関しては、既に北海道大学の朝倉先生により紹介されている [3]。一方、BL-9A のもう一つの特徴として、高調波除去ミラーと He パスを用いる事によって 2keV 付近までの低エネルギー領域の XAFS 測定が大気圧下で可能となっている点があげられる。これは、これまで高真空下でなければ測定できなかったリンや硫黄のような軽元素の XAFS が常圧 He 雰囲気下で測定でき、従来のビームラインでは汚染等の問題も含めて測定困難であった蒸気圧の高い、気化しやすい試料でもある程度測定できる事を意味している。この特徴は、高真空という観点で見ればあまりきれいでない材料を取り扱う事の多い実用材料研究者には非常に魅力的であり、BL-9A は、これまでは軽元素 XAFS 測定をあきらめていたような試料系への XAFS の適用を見直させてくれるようなビームラインである。

BL-9A における低エネルギー領域の蛍光 XAFS 測定例に関しては、既に名古屋大学田渕先生が半導体材料への適用例で紹介されているが、検出器としては SSD を用いており、また He パスを用いた軟Ｘ線領域測定用のセットアップで測定された結果ではなかった [4]。

そこで本稿では、軟Ｘ線領域測定用にセットアップされた BL-9A で、野村先生によって開発された蛍光法と転換電子収量法を同時に測定できるライトル検出器を用いて、これまで我々が行なってきた S, P K-edge XAFS（XANES）の測定を通じて経験したことを紹介すると共に、研究の一部も紹介し、その有用性についても触れたいと思う。

2．軟Ｘ線領域測定用セットアップ及びライトル検出器

Fig. 1 に、BL-9A における軟Ｘ線領域測定用にセットアップを示す。ここでは蛍光法と転換電子収量法を同時に測定できる用に設計されたライトル検出器を用いている。また、スリット部から入射光強度をモニターする I_0 測定用イオンチェンバー、ライトル検出器の試料格納部までのすべての部分が He ガスフローで He 雰囲気に保たれ、Ｘ線の吸収を最小限に抑えている。

Figure 1　XAFS measurement system for soft X-ray region at BL-9A.

軟Ｘ線領域測定用ライトル検出器は、基本的構造は通常のライトル検出器と同じであるが、試料格納部の開閉部分にはシールが取り付けられて密閉状態になるように工夫され、また試料交換時に空気の混入を最小限に防ぐため、試料セット用の開口部は下側で直径 20mm と小さくなっている。

蛍光法の場合は通常のライトル検出器と同じく Ar ガスを用いたイオンチェンバーで蛍光Ｘ線を検出する。一方、転換電子収量法の場合は、ソーラースリット前に取り付けられたマイラー箔に Al を蒸着した電極に 700 〜 800V 程度の高電圧を印加し、試料から放出される電子が He ガスを電離してねずみ算的に発生する電子をその電極で捕集している。この捕集電子による電流を直接測定することも可能であるが、本システムではこれら一連の現象により試料の方に流れる微弱な電流を検出している。この電流を検出することによっても、直接捕集した電子による電流検出の場合と同じ XAFS のシグナルを得る事が出来る。特徴的なのは、Al 蒸着マイラー電極が 12.5μm と極めて薄いため、この電極を透過する蛍光Ｘ線強度の減衰が比較的抑えられ、蛍光法と転換電子収量法が同時に測定できることである。この特徴により同一試料で、表面 1μm 付近の比較的バルク的な情報と表面 10nm 付近の比較的表面敏感な情報を同時に得ることが出来る。転換電子収量法の測定原理、検出深さ等については、他の文献を参照されたい [5,6]。

3．S K-edge XAFS (XANES)

3-1．転換電子収量法と蛍光法

標準試料として測定した Na_2SO_4 粉末の S K-edge XANES

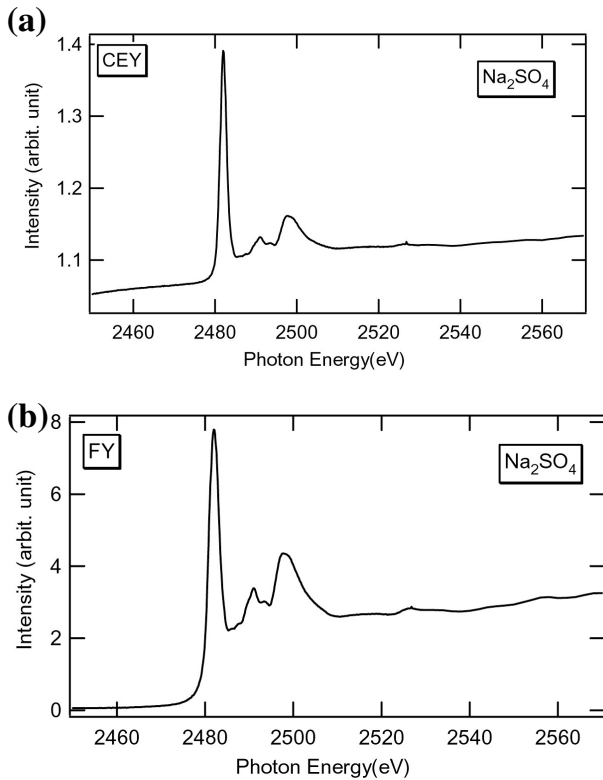



Figure 2 S K-edge XANES spectra of Na_2SO_4 (a) measured with Conversion Electron Yield and (b) measured with Fluorescence Yield.

Figure 3 S K-edge XANES spectra of Li_2SO_4 measured with Conversion Electron Yield.

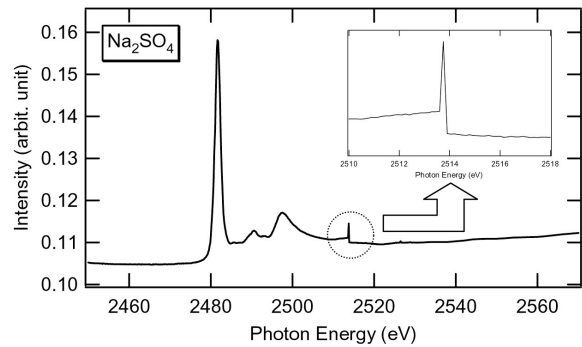



Figure 4 S K-edge XANES spectra of Na_2SO_4 measured with Conversion Electron Yield.

スペクトルを Fig. 2 に示す。(a) が転換電子収量法、(b) が蛍光法によって得られたスペクトルである。どちらも 1 点 1 秒の積算で測定時間は約 15 分である。S 濃度の高い標準試料ではあるがこの程度の積算で充分 S/N の良いスペクトルが得られている。この２つのスペクトルを比較すると、吸収端の高さに対するピーク強度が明らかに異なっている。すなわち (a) の転換電子収量法の方が (b) の蛍光法に比べあきらかに吸収端高さに対するピーク強度が高くなっている。これは、表面とバルクの違いでなく (b) の蛍光法の場合は自己吸収の影響が現れてピーク強度が真の値より小さくなっているためであると考えている。(a) の転換電子収量法の場合も自己吸収効果が全くないわけではないが、ほとんど無視できるほど小さく、(a) の方がより真の吸収スペクトルに近い形をしていると考えられる。尚、(a) のスペクトルは、全電子収量法で測定された、既に文献で報告されているスペクトルによく一致している [7]。

Fig. 2 の Na_2SO_4 粉末のスペクトルの場合は、試料の中身、状態が良くわかっているので、上記のように転換電子収量法と蛍光法のスペクトルの違いを自己吸収効果の違いと解釈できたが、実試料の場合は判断が必ずしも容易ではない。従って、中身の良くわからない実試料では、試料中の S の濃度や、表面付近での深さ方向濃度分布を別の方法で調べておき、それらの情報を総合して表面とバルクの違いなのか、自己吸収効果の違いなのかを判断すべきである。

3-2. 転換電子方測定の際の注意点

転換電子収量法の場合は、He 置換の良し悪しがスペクトルのバックグラウンドに影響を与える。Fig. 3 に示したのは、転換電子収量法で測定した Li_2SO_4 粉末の S K-edge XANES スペクトルの一例である。この時には、試料交換後すぐに測定を開始し、充分に He 置換のための時間を取らなかったために、バックグラウンドが測定雰囲気中の He 濃度変化の影響を受けて大きく変化してしまっている。このような曲線状のバックグラウンドは、解析の際に差し引くのも容易でなく、なるべく変化の影響を小さくすることが望ましい。尚、充分に He 置換を行なった状況では、Fig. 2(a) のように平らで直線的なバックグラウンドになり、バックグラウンド差し引きも容易である。

また、転換電子収量法で測定した場合、Fig. 4 に示すようにスペクトルに“とび”が生じ、段差のついたスペクトルになってしまう場合がある。この時同時に測定した蛍光法によるスペクトルには段差が無く、転換電子収量法だけで生じた現象であった。しかも Fig. 4 は段差が比較的小さくまだ良い方であるが、ひどい場合は吸収端の高さより大きくなったり、一つのスペクトル中に何段も段差が出来たりすることがあった。この現象が生じた際いろいろ調べてみた結果、Al マイラー電極表面の導電性が悪くなっており、それが原因でスペクトルに“とび”を生じさせていることがわかった。実際、導電性の良い新しい電極に交換すると、このような現象は全く起こらなくなったことから、電極の導電性悪化が原因であることにほぼ間違いないと考

えている。導電性の悪くなった電極では、試料に向き合っている近辺の部分で汚れが生じており、特に有機系の試料を測定したときに付着した汚れであろうと推定している。

その他、試料自身のチャージアップが原因と思われる、バックグラウンドの乱れやスペクトルの“とび”が観測されることも経験した。転換電子収量法の場合、He 気体中の電子やイオンが帯電を中和する方向に働くので絶縁物の測定でも可能であるが [5]、絶縁性の強い物質の場合は、帯電が起こりにくくする工夫がやはり必要である。

3-3. 電池材料への応用

この BL-9A の軟 X 線領域測定セットアップ及びライトル検出器を用いて、我々の研究グループが行なっている Li 二次イオン電池電極の被膜解析の研究例を次に紹介する。Li 二次イオン電池は、現在ではノートパソコン、ビデオ、デジタルカメラ、携帯電話等非常に多くの電化製品に使われている軽くて強力､充電可能な電池である。通常、負極は黒鉛系材料、正極は $LiCoO_2$、$LiNiO_2$、$LiMn_2O_4$ 等の Li を含んだ酸化物系材料が用いられ、電解液には、Li 塩を溶解した有機系溶媒が用いられる。Li を負極材、もしくは正極材にインターカレートさせることにより充電、放電を行なわせるのであるが、このときしばしば電極表面と電解液とが反応し、電解液の分解やガスの発生、Li の析出等が起こり劣化を引き起こす原因になったり、ひどいときには全く充放電できなくなってしまったりする。実際の電池ではこれらの望ましくない反応を防ぐ目的で、各種の添加剤を電解液中に添加し、電極表面に異常反応を防ぐ被膜を形成する工夫がなされているが、どのような被膜を形成するかで、電池性能が大きく変わってくる。今回は、プロピレンカーボネート（PC）に $LiPF_6$ を溶解した溶液を電解液として用い、添加剤であるエチレンサルファイト（ES）を 5% 添加して、負極に黒鉛、正極に $LiCoO_2$ を用いて充放電した時に、S を含んだどのような化合物の被膜が電極表面に形成されているかを調べる目的で、S K-edge XANES を測定した。

負極（anode）、正極（cathode）の S K-edge XANES スペクトルを、各種の標準試料と比較したものを Fig. 5(a)、(b) に示す。標準試料は S の濃度が高く自己吸収の影響があるため、転換電子収量法によるスペクトル、S の濃度が低く、蛍光法でも自己吸収の影響が無視できる電極試料のスペクトルは、より S/N の良かった蛍光法のスペクトルを示している。尚、標準試料のうちエチレンサルファイト（ES）、Diphenylsulfide、Di-n-propyldisulfide は液体試料である。

Fig. 5(a) 中のエチレンサルファイト（ES）との比較から、負極、正極上には未反応の ES は残っていないことがわかる。Fig. 5(a) におけるその他の化合物との比較では、負極の 2478eV、2480eV 付近のピークはそれぞれ、Na_2SO_3、nC_7H_{15}-SO_3Na のメインピークのエネルギー位置に良く一致することから、実際には Li_2SO_3、R-SO_3Li のような化合物が負極上に形成されていると考えられる。更に、2482eV 付近のショルダーは Li_2SO_4 が存在する可能性も示唆して

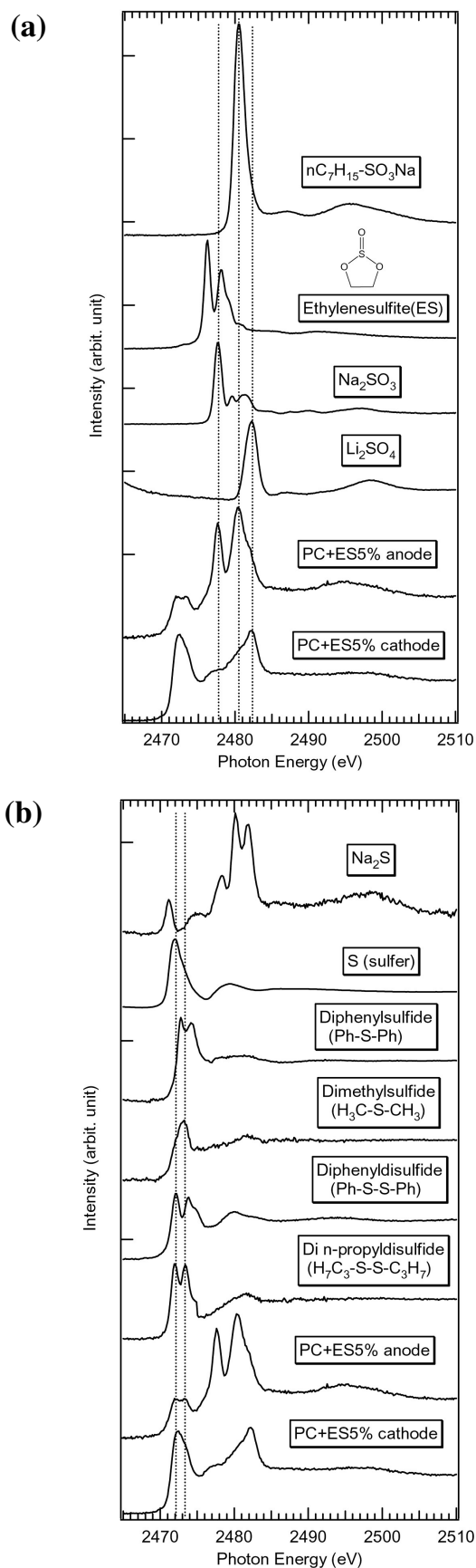



Figure 5 S K-edge XANES spectra of graphite anode and $LiCoO_2$ cathode compared with standard sulfur reagent. (a) nC_7H_{15}-SO_3Na, Ethylenesulfite(ES), Na_2SO_3, Li_2SO_4, (b) Na_2S, S(sulfur), Diphenylsulfide(Ph-S-Ph), Dimethylsulfide (H_3C-S-CH_3), Diphenyldisulfide(Ph-S-S-Ph), Di n-propyldisulfide(H_7C_3-S-S-C_3H_7).

いる。一方、正極では2482eV付近のピーク強度が強く、2478eV、2480eV付近のピークは見られない事から、正極表面にはLi_2SO_3、R-SO_3Liは存在せずLi_2SO_4が中心的に存在している事がわかる。

Fig. 5 (b)では、有機S系の標準物質と比較しているが、正極、負極の2472～2473eV付近のピークが、-C-S-C-、-C-S-S-C-を含んだ有機化合物のメインピークとほぼ一致する事から、実際の負極、正極表面にもこのような結合を持った有機物が被膜として存在すると考えられる。このエネルギー付近のピークは、負極ではピークが分裂しているが、正極では1本のピークである。このことから、負極と正極では生成している有機被膜の種類が異なる、もしくは複数種存在する有機物の存在比率が異なる可能性がある。

これらの結果より、負極上には、Li_2SO_3、R-SO_3Li、-C-S-C-、-C-S-S-C-を含んだ有機化合物が存在し、一方、正極上には、無機成分としてLi_2SO_4とS含有機化合物が存在することがわかった。本研究では他にXPS、TOF-SIMSの測定も実施しており、それらの結果も合わせて被膜の解析を行なっている[8]。今後､更に電解液の種類、充放電の条件、温度等を変化させた各種の試料系での解析を行なう予定でいる。

4．P K-edge XAFS (XANES) 測定

BL-9Aのスペックでは低エネルギー側の限界は2.2keVと書かれているが[1,2]、野村先生のアドバイス等もありP K-edge XAFSの測定も試みた。H_3PO_4の測定結果をFig. 6に示す。(a)が転換電子収量法、(b)が蛍光法によるスペクトルである。Fig. 2の場合と同様1点1秒で積算しており、Sの場合よりS/Nは悪いがXANESのスペクトル比較には充分使えるスペクトルである。Pに関しては、まだ測定を始めたばかりであるが、実用的に充分使えそうなスペクトルがとれているので、今後実試料への適用を広げていきたいと考えている。

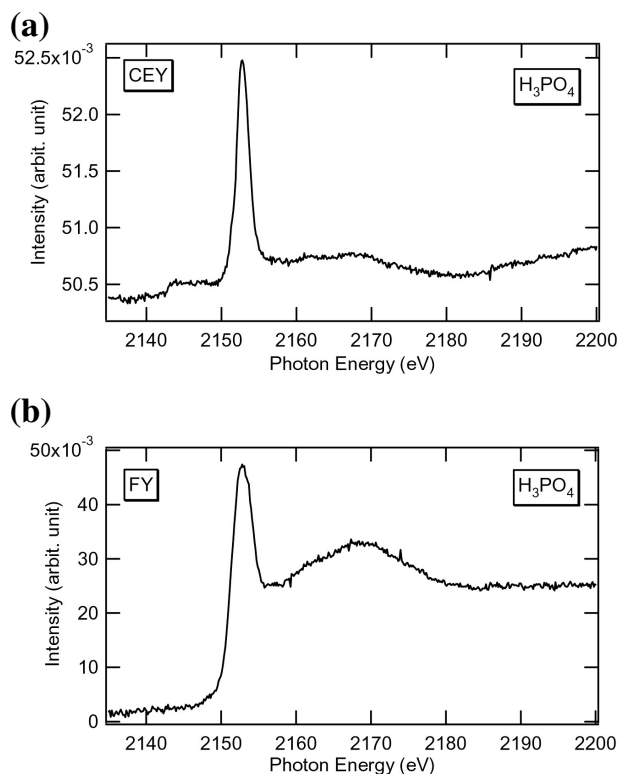



Figure 6 P K-edge XANES spectra of H_3PO_4 (a) measured with Conversion Electron Yield and (b) measured with Fluorescence Yield.

5．おわりに

以上、BL-9Aの軟Ｘ線領域測定用セットアップ及び改良型ライトル検出器を用いてこれまで我々の研究グループが電池材料解析を通じて行なってきたS K-edge、P K-edge XAFS（XANES）の測定例を紹介してきた。利用してみた結果、本測定システムがこれまでの真空下で測定する軟Ｘ線領域測定用ビームラインでは適用し難いと思われる試料系でも、従来のPFのXAFS測定用ビームラインと同程度の手軽さで測定できることがわかった。また、従来のライトル検出器とほぼ同じ使い勝手で、He転換電子収量法と蛍光法両方が同時に測定できるのも材料研究者には大きなメリットである。

S、Pという元素は、電池材料だけでなく触媒、高分子、有機エレクトロニクス材料、石炭、石油系材料等非常に幅広い分野で使われており、今後BL-9Aがいろいろな分野で広く利用される事が期待される。また、軽元素だけでなく、いくつかの重元素のL-edgeがこのBL9Aのシステムで測定可能となるが、重元素のL-edgeもXANESによる化学状態の解析をする場合K-edgeより情報が得やすい場合があるので、そちらの方での利用も広がる可能性が考えられる。

今回、EXAFS領域での抽出スペクトルやフーリエ変換等の解析結果は我々が未実施であるため紹介できなかった。また、検出限界がどの程度かも正確には見積もっていない。ただこれまで使ってみた感触としては、EXAFS領域でも充分使えそうであるし､感度もかなり高そうである。

最後に、本稿でのLi二次イオン電池電極の被膜解析は、シーエーシーズ（株）太田一司氏、浪田秀郎氏と共同で行なった研究である。また、BL-9A、軟Ｘ線領域測定用セットアップ、ライトル検出器を開発、整備して下さり、民間共同研究を通じて我々に測定の機会を与えてくださった物質構造科学研究所の野村昌治教授に感謝申し上げる。これまでの利用で我々は、Li二次イオン電池の被膜解析において非常に貴重なデータを得ることが出来た。今後更にBL-9Aの特徴を生かした新しい応用例の開拓、研究を実施することによってBL-9Aの有用性をアピールし、BL-9Aの発展、ひいてはPFの発展に微力ではあるが寄与したいと思っている。

引用文献

[1] M. Nomura and A. Koyama, J. Synchrotron Rad., **6**, 182 (1999).
[2] http://pfwww.kek.jp/nomura/hx/b19a.html
[3] 朝倉清高、PHOTON FACTORY NEWS, **20** (1), 36

(2002)
[4] 田 淵 雅 夫、PHOTON FACTORY NEWS, **20** (2), 29 (2002)
[5] 太田俊明編、「Ｘ線吸収分光法 -XAFS とその応用 -」p.111, アイピーシー (2002)
[6] 柳瀬、嵩、崎山、東海、渡辺、原田、高橋、応用物理 **65**, 1267 (1996)
[7] H. Sekiyama, N. Kosugi, H. Kuroda and T. Ohta, Bull. Chem. Soc. Jpn., **59**, 575 (1986)
[8] H. Ota, T. Akai, H. Namita, S. Yamaguchi and M. Nomura, Extend abstract no.243, in: Proceedings of the 11th International Meeting on Lithum Batteries, Monterey, California (2002); H. Ota, T. Akai, H. Namita, S. Yamaguchi and M. Nomura, J. Power Sources; to be published.

著者紹介

赤井俊雄　Toshio AKAI
シーエーシーズ株式会社　横浜分析センター
機能解析グループリーダー
〒 227-0033　横浜市青葉区鴨志田町 1000
TEL: 045-963-3155
FAX: 045-963-4261
e-mail: 1102382@cc.m-kagaku.co.jp
略歴：1985 年大阪大学大学院基礎工学研究科物理系物性学修士課程修了、同年三菱化成工業株式会社（現在、三菱化学株式会社）入社、2000 年三菱化学株式会社分析部門がシーエーシーズ株式会社に分社化されると共に同社に出向、現在に至る。理学博士。
最近の研究：XAFS による電池材料の解析。
趣味：飲酒、美食、旅行、読書。

研究会の報告／予定

第 20 回 PF シンポジウムのお知らせ

PF シンポジウム実行委員長　小林克己

第 20 回の PF シンポジウムが 3 月 18 日（火）、19 日（水）に開かれますので多くのユーザーの参加をお願いします。

今年はユーザーの皆さまが参加しやすいように、計算機更新のためにマシンが止まる 3 月に PF シンポを開くこととしました。17 日（月）には PF 懇談会の各種会合が予定されていますので、併せてご参加ください。

今回のプログラムの特徴の一つは、一昨年から精力的に検討されてきた PF 将来計画に関わる光源加速器が ERL（エネルギー回収型リニアック）を基本とするものに絞られてきたので、それに関する講演・報告を重視したことです。２日目の将来計画のセッションで報告されます。また外部評価の報告書が刊行されましたので、それに対して PF はどのように対応していくかという点もユーザーの方には関心があることかと思います。

一方で、大強度陽子加速器計画（ハドロン計画）が完成したときに KEK、その中の物質構造科学研究所はどうなるか、来年に迫ってきた法人化で共同利用はどうなるか、なども ユーザーの方には非常に関連することと思われます。これらのテーマに関する議論が行われるようにプログラムを編成しましたので、是非多くのユーザーの方に出席していただき、議論に参加して下さるようお願いします。参加者に対する旅費も例年より多く確保しましたので是非ご参加下さい。

参加・宿泊申し込み方法

１．ユーザーグループから参加する場合

ユーザーグループに所属する方はなるべくグループ代表者を通じて申し込んで下さい。代表者の方への連絡先は PF 懇談会のホームページ（http://www.nims.go.jp/xray/pf/）をご覧ください。

代表者の方には下記の項目について連絡して下さい。宿舎を別に確保された場合はその旨も代表者の方に連絡して下さい。代表者の方はまとめて下記の連絡先まで、電子メールまたは FAX で申し込んで下さい。今回は旅費サポート人数の制限枠を設けません。

※ 2 月 28 日（金）までにお願いします。

申込先：放射光研究施設　外山久子
E-mail：htoyama@post.kek.jp
FAX：029-864-2801

２．上記以外の場合

ユーザーグループに所属していない場合や、上記締め切り以降に参加できることがわかった場合には個別に上記の申込先にご連絡下さい。

どちらの場合でも参加者ごとに以下の項目について明記して下さい。

１）氏名
２）所属・身分（学生の場合は学年）
３）連絡先：E-mail アドレス、電話番号、FAX 番号、住所（学生の場合は現住所）
４）宿舎の利用希望：希望の有無、希望する場合には日程（例えば 3 月 17 日夜から 19 日朝まで、のように書いて下さい。）
５）懇親会（3 月 18 日夜）への参加・不参加

PF シンポジウムに関するご意見・質問は下記まで問い合わせ下さい。

放射光研究施設　小林克己　（実行委員長）
E-mail：katsumi.kobayashi@kek.jp
FAX：029-864-2801

または

放射光研究施設　外山久子
E-mail：htoyama@post.kek.jp
FAX：029-864-2801

第 20 回 PF シンポジウム開催要領

期　日：2003 年 3 月 18 日（火）、19 日（水）
会　場：高エネルギー加速器研究機構
　　　　研究本館 1 階レクチャーホール
主　催：高エネルギー加速器研究機構・
　　　　物質構造科学研究所・放射光研究施設
　　　　PF 懇談会
参加費：500 円
懇親会：4000 円（於：レストラン「くらんべりぃ」）
　　　　当日、受付（研究本館 1 階）でお支払い下さい。

実行委員：猪子洋二（阪大）、加藤龍一（PF）、北島義典（PF）、木下豊彦（東大）、◎小林克己（PF）、高桑雄二（東北大）、○高橋敏男（東大）、原田健太郎（PF）、平木雅彦（PF）
（◎委員長、○副委員長）

第 20 回 PF シンポジウム　プログラム

3 月 18 日（火）

9:00　受付開始
9:30　開会の挨拶
　PF 懇談会会長、物質構造科学研究所副所長
9:45 〜 12:00　施設報告　（途中でブレイクあり）
　副所長報告
　光源系主幹報告
　PF-AR リング・新ビームライン等報告
12:00 〜 13:00　昼食
13:00 〜 14:15　PF 外部評価について
　外部評価について
　施設の対応

14:15 ～ 14:30　コーヒーブレイク
14:30 ～ 16:30　招待講演　第一部
（講演タイトルは未定）
講演者：雨宮慶幸氏（東大）
坂本一之氏（東北大）
國分　淳氏（東理大）
千田俊哉氏（産総研）
16:30 ～ 18:00　ポスターセッション
Ｓ型課題、Ｕ型課題、および光源計画・新ビームライン等に関するポスター発表
18:00 ～ 20:00　懇親会（於　レストランくらんべりぃ）
（20:00　ユーザーグループミーティング）

3 月 19 日（水）
9:00 ～ 11:30　PF の将来計画
将来の光源について
（原研、羽島良一氏による ERL に関する講演も予定されています）
（ブレイク）
新光源を用いた利用研究
KEK の他の将来計画との関係
11:30 ～ 12:00　PF 懇談会総会
12:00 ～ 13:00　昼食
13:00 ～ 14:00　招待講演　第二部
（講演タイトルは未定）
講演者：那須奎一郎氏（物構研）
岩本裕之氏 (JASRI)
（ブレイク）
14:15 ～ 15:45　PF の運営について
16:00 閉会

プログラムは PF シンポジウムホームページにも掲載しています。(http://pfwww.kek.jp/pf-sympo/)

「Ｘ線・中性子による薄膜ナノ構造および埋もれた界面の先端解析技術に関するワークショップ」のご案内

物質・材料研究機構　桜井健次
物質科学第一研究系　平野馨一

Ｘ線反射率ユーザーグループでは、次のようなワークショップの準備を進めております。関心をお持ちの皆様は、ぜひご参加ください。

名称：Ｘ線・中性子による薄膜ナノ構造および埋もれた界面の先端解析技術に関するワークショップ
日時：2003 年 7 月 21 日（月）～ 23 日 (水)
場所：名古屋大学ベンチャービジネスラボラトリ
主催：PF 懇談会　Ｘ線反射率ユーザーグループ
目的：ナノ材料開発、特に薄膜ナノ構造、埋もれた界面の作製・制御において現在および近未来に取り組むべき課題を整理し、Ｘ線・中性子を用いた先端解析技術によっていかに解決すべきであるかを明らかにする。
内容：
・セッション（22、23 日、40 分または 20 分の招待講演を約 20 件予定）
1．金属 / 磁性材料のナノ構造
2．半導体 / 電子材料のナノ構造
3．化学 / ソフト材料のナノ構造
4．セラミックス / 光学材料のナノ構造
5．次世代放射光技術、Ｘ線・中性子および他の技術の相補利用
・討論企画 1 （21 日午後、3 時間、有志による自由発表・話題提供、討論。）
「反射率 / 表面散乱の理論・ソフトウエアの課題」
・討論企画 2 （22 日夜、３時間、ユーザーグループ傘下の研究グループ・個人から約 10 件程度の自由発表・話題提供）
「Ｘ線・中性子のおかげでわかったこと、まだわからないこと」

連絡先 : 物質・材料研究機構 材料研究所
高輝度光解析グループ　桜井健次
TEL 029-859-2821 FAX 029-859-2801
e-mail sakurai@yuhgiri.nims.go.jp

PF 将来計画に関する研究会２「Ｘ線位相利用計測における最近の展開」の報告

東京大学大学院工学系研究科　百生　敦
物質科学第一研究系　平野馨一

本研究会は、去る 2002 年 10 月 31 日（木）および 11 月 1 日（金）の両日、KEK ４号館セミナーホールにて行われました。22 名の講演者を含めた 55 名の参加者があり、熱心な議論と和やかな雰囲気のもと無事終了いたしました。「位相利用計測」をテーマとした研究会は、PF 研究会に限らずこれまであまり企画されたことがなく、広い分野からのご講演をまとめて聴けたことは、参加された方々にとって、当該分野の最新動向に触れる場、また情報交換の場として、有意義であったことと思います。

本研究会は、PF 懇談会のユーザーグループのひとつである「位相コントラスト」ユーザーグループ（代表、百生敦＠東大）が中心になって企画しましたが、ちょうど PF における将来新光源計画の議論が活発になっていた関係で、「PF の将来計画に関する研究会２」と副題が付くことになりました。位相あるいはコヒーレンスは、将来の光源を考える上で重要なキーワードであり、本研究会の成果が

講演の様子

今後の計画推進に少しでも役立てば幸いです。

さて、研究会１日目は、Ｘ線干渉計を使った超精密計測（中山貫氏）や、位相イメージングおよび位相トモグラフィといった、一次のコヒーレンスを利用した研究（小山一郎氏、米山明男氏、武田徹氏）が紹介されました。また、類似点が多い中性子干渉計についても、今回２件の講演（北口雅暁氏、日野正裕氏）をお願いすることができ、興味深く拝聴できました。また、Ｘ線の二次コヒーレンスに関わる強度干渉計の研究でも、宮原恒昱氏、矢橋牧名氏、玉作賢治氏よりすばらしいデータが示され、光源の発展に伴う今後の展開が期待されます。

Ｘ線ホログラフィは 1970 年代の青木、菊田両先生による軟Ｘ線を使った先駆的実験以来研究が続けられておりますが、渡辺紀生氏が示したように、光源とゾーンプレートの発展により、硬Ｘ線を使った実験が可能となっていることは注目に値します。一方、1990 年代に興った蛍光Ｘ線ホログラフィでも、明瞭な三次元原子像（配列）が見えるようになっています（高橋敏男氏、林好一氏）。次世代光源開発に負う部分も多いでしょうが、その適用が今後様々な系に広がることが期待されます。

１日目の最後は、ナノスケールの可視化技術として最近関心が寄せられている、オーバーサンプリング法を用いた単粒子Ｘ線回折の研究が西野吉則氏より紹介され、注目が集まりました。二次元では 10 nm 弱、三次元化も出来ておりその場合は数十 nm の空間分解能での観察がデモンストレーションされています。次世代光源を使った目玉的な研究課題として関心が高まってきているところです。

２日目もＸ線の位相を利用した主にイメージング手法に関する講演が続きました。Ｘ線顕微鏡研究の分野においては、10 年程前に軟Ｘ線領域の Zernike 型位相差顕微鏡が Schmahl 等により開発されましたが、硬Ｘ線領域へと波及していることが窺えました（篭島靖氏）。軟Ｘ線領域→硬Ｘ線領域は現在の傾向であるようで、ゾーンプレートなどの光学素子の高度化が主因でしょうが、硬Ｘ線領域で有利となる位相利用技術の研究に関心が寄せられていることもその一因と思われます。走査型顕微鏡光学系を使った波面変形の可視化や（高野秀和氏）、プリズムを使った干渉計の実験などの新しい試み（鈴木芳生氏、香村芳樹氏）も示され、今後の進展が期待されます。

コヒーレントなＸ線源が開発されると、コヒーレンシーを害せずにＸ線を試料まで導く技術もまた重要になります。すなわち、ミラーやモノクロメータ結晶、あるいは真空隔壁窓などにより高い品質が求められます。本研究会ではミラーのスロープエラーと表面ラフネスの評価をＸ線の波面計測を通じて行う方法が紹介されました（Alexei Souvorov 氏）。

Ｘ線の画像といえば、レントゲン写真などの医用画像が一般的に思い浮かべられるところでしょう。各放射光施設でも医学利用が研究されていますが、位相を利用してコントラストを生成する技術はこの分野でも期待されていると言えます。１日目にあったＸ線干渉計を用いた位相イメージングもこれがターゲットのひとつとなっておりますし、２日目の屈折コントラスト法（森浩一氏）や暗視野法（杉山弘氏）も同様です。ただし、これに必要な光源は他の用途で求められるものと両立させにくい面もあり、別の機会にあらためて議論されるべきであると個人的には感じています。

これまでの発表では、Ｘ線の偏光を利用したものはありませんでしたが、最後の沖津康平氏による偏光イメージングは偏光状態の違いによる位相シフトの違いを検出する、Ｘ線位相利用技術の別の側面に注目したものです。他の手法との融合も考えられますし、発展を期待したい分野です。

疲れも忘れるほど興味深いご講演が続き、有意義な２日間であったと思われます。世話人の平野馨一による ERL の解説と物構研の計画内容の紹介に続いた最後の討論の時間でも、タイトなスケジュールにもかかわらず、多くの方が残ってくださいました。主催側として、あらためて感謝申し上げる次第です。本研究会の詳しい内容は近く KEK プロシーディングスとして発行する予定です。また、ホームページ（http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/pf_future2/）にも掲載を予定しております。

冒頭でも述べたように、普段の学会の場でも、本研究会のような切り口で研究者が一同に会するチャンスは多くはないと思われますので、このような機会をいずれまた企画できればと考えております。関係諸氏には今後ともご協力のほど、よろしくお願い申し上げます。最後になりますが、本研究会のサポートや会場の準備などにご協力くださった方々に、この場を借りて深く感謝申し上げます。

PF 将来計画に関する研究会 3 「放射光マイクロビームと利用研究の展開」報告

物質科学第二研究系　飯田厚夫

平成 14 年 11 月 14 日（木）、15 日（金）に KEK4 号館セミナーホールにて上記研究会が開催されました。

Ｘ線マイクロビームによるＸ線計測技術は、放射光利用により初めて実用化のレベルに達した手法です。1980 年

代から本格的な開発が進み、X線光学系の開発研究とともに 1990 年代以降は応用研究も分光計測・X線回折法の分野で進んでいます。

放射光の高い輝度を利用するマイクロビームの特性は、X線集光技術とともに放射光光源の性質に強く依存します。現在 PF では、将来計画としてエネルギー回収型ライナック（Energy Recovery Linac, ERL）をベースとした新光源を検討しています。ERL 光源の特長はいくつかありますが、超低エミッタンス（0.01 nm·rad）およびビーム形状が円形ということを生かせば、原理的には 10 nm オーダーのナノビームを得ることも可能と考えられます。本研究会は、このような ERL 放射光源でのナノビーム利用研究の可能性を視野に入れ、X線マイクロビームとその利用の現状を概観し、また今後の展望について議論する研究会として企画されました。

本研究会ではまず PF で検討されている ERL をベースとした新光源計画のラティスと発生する放射光の特性を加速器の立場から紹介していただきました。放射光マイクロビームの技術的開発は第三世代光源である SPring-8 で精力的に進んでいます。sub-μm 領域のマイクロビーム生成の現状と応用研究の例を代表的なグループより報告していただきました。また PF でのX線回折および蛍光X線によるマイクロビーム利用研究の紹介も行われました。一方 ERL 計画は息の長い計画であることを考え、将来の発展の可能性を探るため、マイクロビーム技術と相補的な関係にあるイメージング技術（今回は PEEM (Photonemission Electron Microscopy)）とその応用、放射光以外の手法（今回は電子線回折）によるナノ構造の研究の現状をご講演いただきました。更に将来ナノビームが実現したときに新しい展望が見える研究分野としてナノテクノロジー、構造生物学における研究計画についても講演いただきました。

数ミクロンのビームサイズを用いたX線マイクロビーム利用研究は本格化してからほぼ 10 年の経験を持ち、第三世代X線リングではサブミクロンのX線ビームを利用した応用研究が本格的に広がりつつあります。この間に新しい素子・光学系が開発・実用化されてきました。SPring-8 では 0.1 μm に近いビームもいくつかの方法によって実現されています。また最近のX線ミラーの開発に見られるように波動光学的な要素の評価が重要な因子になってきているのも光学系開発の動きです。これらの研究の積み重ねの上にX線ナノビームの素晴らしい世界があると期待されます。しかし、一方で nm スケールでのX線計測には試料のハンドリング・観察方法の問題だけではなく、測定の本質にかかわる試料損傷・統計的揺らぎなどの問題があることも提起されました。マイクロビーム（走査型）と各種イメージング（投影型）とはこれまでも相補的な関係を保ちつつ発展してきましたが、sub-μm から 10 nm の物質評価の世界では、イメージング手法、例えば PEEM などとの関係が益々重要になってくると思われます。また最近注目されており、また ERL 光源の応用としても興味深い手法と考えられている位相やコヒーレンスを利用したイメージング法との関係も密接になってくるものと思われます。一方ナノ領域の物質構造研究はむしろ他のプローブで先行しています。今回講演していただいた電子線回折などの分野での到達点を踏まえ放射光プローブの特徴を生かすための方向性を探っていく必要があると思われます。さらに、X線マイクロビーム・ナノビームの利用分野はまだまだ限られていることを考え、また ERL 計画などの実現までにかかる時間スケールを考え合わせると、新しい応用分野を考えていくことも必要と考えられます。それぞれの利用分野での可能性と問題点を現在のマイクロビームで検証しつつ具体的に提示していく必要があるでしょう。一方 ERL のような超高輝度光源においてはビームサイズの極限を追及すると同時に、ビームサイズとしては μm から sub-μm 領域で、従来以上のビーム特性を持ったビームが得られることが期待できます。実際にはこれらのプローブは使い勝手が良く、現実の応用は極限プローブよりも広いものがあると思われます。講演者の方からもそのような感想が述べられました。

研究会の講演のタイトルと講師の先生のお名前を挙げさせていただき、個々の講演内容の紹介に替えさせていただきます。本研究会で行われた議論が今後の放射光マイクロビームの方向性を考えていくための一助となれば幸いです。

11 月 14 日（木）
- 始めに：飯田厚夫（KEK・PF）
- PF 新光源計画について：小林幸則（KEK・PF）
- ERL 挿入光源について：山本　樹（KEK・PF）
- SPring-8 におけるマイクロビームとX線顕微鏡開発の現状と将来展望：鈴木芳夫（JASRI）
- SPring-8 分析 BL における顕微X線分光：早川慎二郎（広大・工）
- マイクロビームX線分析の実際と将来への期待と課題：中井　泉（東理大）
- PEEM による触媒反応機構の研究：朝倉清高（北大）
- PF におけるX線マイクロビームとその応用：飯田厚夫（KEK・PF）
- 懇親会

講演の様子

11月15日（金）

SPring-8兵庫県ビームラインにおける位相ゾーンプレートを用いたマイクロビーム光学系の開発と応用：
篭島　靖（姫工大）

Ｘ線回折・散乱及びイメージングへの応用：
雨宮慶幸（東大・新領域）・野末佳伸（住友化学）

微小領域・微小試料の組織・構造の解析：
大隅一政（KEK・PF）

収束電子線によるナノマテリアル解析：
津田健治（東北大）

放射光構造物性からのコメント：澤博（KEK・PF）

平行マイクロビームの半導体デバイスへの応用：
松井純爾（姫工大）

超高圧・高温実験とマイクロビームの果たす役割：
八木健彦（東大）

ナノテクノロジーへの新しい応用：
尾嶋正治（東大）・小野寛太（KEK・PF）

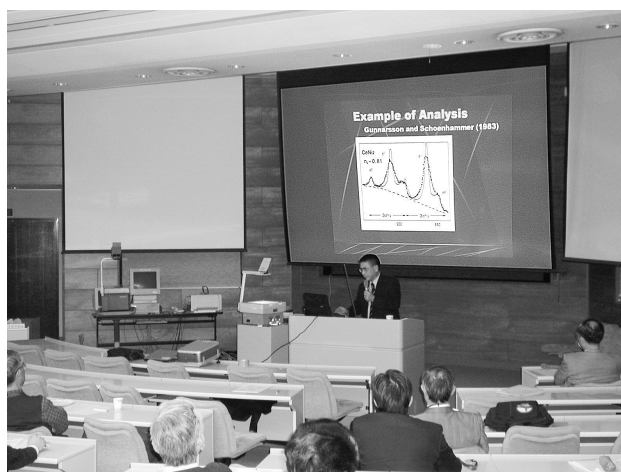
生命科学への新しい応用：若槻壮市（KEK・PF）

尚この研究会の概要はKEKプロシーディングスとして発行されます。興味のある方は、お問い合わせください。

PF研究会
「内殻励起分光学の発展と展望」の報告

物質科学第一研究系　小出常晴、岩住俊明

上記のPF研究会が、平成14年12月20日（金）、21日（土）の両日にKEKの3号館セミナーホールにて開催されました。この研究会は、ここ20～30年間に放射光源・利用技術の進展により内殻励起分光の実験と理論が飛躍的に発展したこと、内殻励起分光学の理論の進展を長年に渡りリードして来られた東大物性研の小谷章雄教授が平成15年3月に御退官の予定であること、及び平成14年（2002年）がPFで放射光発生（1982年3月）の20周年記念に当たること、等を考慮・記念して企画されました。この趣旨に基づき、小谷教授に直接的・間接的に御指導頂いた、あるいは日頃親交のある内殻励起分光の理論と実験の研究者に講演して頂き、この分野の発展と展望を自由に議論する場を提供しました。

１日目の第１セッションでは、研究会の趣旨説明（小出常晴 : 物構研PF）に続いて、小谷章雄氏（東大物性研）が過去～30年間の内殻励起分光学の理論の進展に関する総合講演をされました。この講演は、不純物アンダーソン模型に基づき1970年台初頭に提出されたXPS，XAS及びXESの理論（Kotani-Toyozawa理論＝KT理論）から、極く最近の共鳴Ｘ線発光分光（RXES）の理論にまで渡りました。また研究対象もd電子系及びf電子系の多くの物質に及び、小谷氏の個人的研究のエピソードも交えた印象深い講演でした。特に、有名なKT理論は、現在の大学院生やポスドクが生まれる以前か物心つく以前になされたものであり、日頃は自分の研究や最新の論文を追うのに忙しい若手研究者に強いインパクトを与えたことでしょう。

総合講演中の小谷章雄氏（東大物性研）

１日目の第２セッションでは、辛埴氏（東大物性研）が軟Ｘ線発光分光の元素（orイオン）選択的励起特性を利用した固体の電子状態の実験的研究を発表され、岡田耕三氏（岡山大）が複数の低次元銅酸化物のO 1s共鳴XESに対する多サイト型クラスター模型に基づく多体的理論を報告されました。続いて、岩住俊明（物構研PF）が電気四極子励起に伴う電気双極子発光（E2E1発光）の磁気円二色性と偏光依存性の実験を発表し、馬越健次氏（姫工大）はヘリウムイオンと表面の衝突の場合に内殻正孔の存在下において分子の変形後にオージェ過程によるイオン化が起こる可能性の議論を報告されました。

１日目の第３セッションでは、五十嵐潤一氏（SPring-8）が共鳴Ｘ線散乱の起源に関しバンド計算に基づいて遷移金属化合物では格子歪みの機構が主でありCe化合物（特にCeB_6）ではクーロン相互作用による機構が主であることを発表され、村上洋一氏（東北大）はK吸収端共鳴散乱のメカニズムに重点を置いて共鳴Ｘ線散乱法による化合物での軌道秩序の実験的研究を報告されました。浜田典昭氏（東京理科大）はペロブスカイト酸化物$La(FeCoPd)O_3$に対するバンド計算に基づきＸ線吸収及び共鳴Ｘ線散乱スペクトルにおけるd軌道と2p軌道の混成の重要性を報告され、組頭広志氏と尾嶋正治氏（東大工）はレーザーMBE・光電子分光複合装置及びこれを利用した$La_{1-x}Sr_xMnO_3$薄膜のin-situ角度分解光電子分光スペクトルを発表されました。

２日目の第１セッションでは光電子分光の実験と理論が報告・議論されました。菅滋正氏（阪大）は希土類化合物及び遷移金属化合物の軟Ｘ線を用いたバルク敏感光電子分光測定の重要性とバルク敏感角度分解光電子分光によるフェルミオロジーが可能であることを発表され、那須奎一郎氏（物構研PF）は中間的電子相関多電子系でのモット転移が多段階的に起こることを経路積分理論による光電子スペクトル計算から示されました。藤森淳氏（東大）は

強相関フィリング制御系の光電子スペクトルのシフトが化学ポテンシャルのシフトを反映しその解析から強相関電子系の電荷応答に関する多くの情報が得られることを報告され、柿崎明人氏（東大物性研）は Ni や Fe の 3p、3s 内殻光電子スペクトルのスピン解析から電子相関、価電子帯スピン依存性及び表面磁性を解明できることを発表されました。

２日目の第２、３、４セッションでは主に磁性研究が発表・議論されました。第２セッションで奥田太一氏（木下豊彦氏の発表代理：東大物性研）が光電子顕微鏡と内殻磁気円•線二色性（XMCD、XMLD）を組み合わせて行った微小な強磁性体や反強磁性体の磁区構造の観察結果を報告されました。原田勲氏（岡山大）は希土類 L 吸収端 XMCD の理論に関し、特に $CeFe_2$ の XAS と XMCD 実験スペクトルを再現できるモデル計算によるこの物質の電子状態の解明を発表され、圓山裕氏（広島大）は擬二次元 Pt 合金と CoPt 合金薄膜における Pt L 吸収端 XMCD の測定結果及び総和則の適用から求めた Pt の磁気モーメントを報告されました。第３セッションで、城健男氏（広島大）はペロブスカイト型遷移金属酸化物とフッ化物の結晶場下での電子状態の理論的考察から期待される $L_{2,3}$ 内殻吸収 XLD スペクトルを報告されました。宮原恒昱氏（都立大）はいくつかの化合物に対する XMCD から評価した局所帯磁率と通常のバルク帯磁率の温度依存性の比較を発表され、小出常晴（物構研 PF）は層状 Mn ペロブスカイト酸化物の O K 内殻 Longitudinal 配置 XMCD と Mn $L_{2,3}$ 内殻 Transverse 配置 XMCD を報告しました。２日目の第４セッションで、藤川高志氏（千葉大）は XAFS、XMCD 及び XPD 分光に対して相対論的効果と強い光子場の影響を考慮した量子電気力学的な多体効果の理論を発表され、太田俊明氏（東大）は表面磁性に関して XMCD を用いた分子吸着による強磁性薄膜の磁化容易軸の変化、及び深さ分解 XMCD 法の開発と磁性薄膜への応用を報告されました。雨宮慶幸氏（東大）はＸ線域のダイアモンド偏光子・移相子をフルに利用したＸ線偏光顕微鏡の開発と磁性体の磁区観察への応用を発表され、最後に那須奎一郎氏と宮原恒昱氏がこの研究会のまとめのスピーチをされました。

本研究会には講演者と一般からの合計約 60 人が参加されました。１日目の夜には約 40 名の方々が懇親会に参加され、小谷章雄教授を囲んでうち解けた雰囲気の会話がはずみました。今回の研究会は一つの区切りではありますが、内殻励起分光学は日新月歩です。研究会で刺激を受けたこの分野における若手研究者の今後の大いなる活躍を願うものです。なお、本研究会の報告書は KEK Proceedings として発行される予定であり、各講演要旨は研究会のホームページ（http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/reiki.html）に掲載されております。

最後に本研究会で講演して下さった方々と研究会に参加して下さった方々に厚く御礼申し上げます。

ユーザーとスタッフの広場

海外滞在記　“Stange, Bitte!!”

東京大学　大学院理学系研究科　松田　巌

海外滞在記を書かせていただくにあたり私の海外での研究活動においてまず思い出されるのは、実に多くの方にお力をお借りしたことです。まずはこの紙面をお借りして私に御協力していただいた皆様への感謝の意を表したいと思います [1]。

私は 1998 年から 1999 年の間、高エネルギー加速器研究機構リサーチアシスタントとして PF BL-7B のビームラインスタッフの仕事をしていました。BL-7B は紫外・真空紫外光ビームラインで、この光源を利用した角度分解光電子分光で半導体表面上金属吸着系の超薄膜の量子井戸状態及び表面電子構造の研究をしました [2]。その後日本学術振興会の特別研究員として、スイス・チューリッヒ大学物理学科ヨルグ・オストワルダー教授（Prof. Jürg Osterwalder）の研究室で、2000 年と 2001 年のそれぞれ半年間、計 1 年間研究を行いました。チューリッヒ大学は 1833 年に創立され、神学部、法学部、経済学部、医学部、獣医学部、第１哲学部、第２哲学部の７学部を擁するチューリッヒ州の州立総合大学です。物理学はこのうち第２哲学部に属します [3]。オストワルダー教授は光電子分光による Fermi 面マッピングの第一人者で、現在でも系のスピン、波数、エネルギーを全て実験的に決定する COPHEE（スピン分解 Fermi 面マッピング）などの最先端の研究をされています [4]。当時の研究室構成は教授 1 人、ポスドク 3 人、博士課程学生 6 人、そして Diploma 学生が 1 人でした。1 日に３回研究室みんなでコーヒーブレークをとるのですが、その際には物理の議論を熱心に交わしました。当時の私の研究テーマは主に半導体表面上貴金属吸着で形成される一

Figure 1　SLS の概観。2000 年当時の中身は空っぽでした。

次元電子系及び表面 discommensurate 相の Fermi 面研究でした [5]。またオストワルダー研究室ではイタリアの Elettra の APE ビームライン [6] 及びスイスの SLS（Fig. 1）の SIS ビームライン [7] の立ち上げにも参加していたので、私も時々協力させて頂きました。私はこれまでの仕事を通じて国内外のビームラインの管理側の現場にいさせてもらったので、おかげで両者の相違点にもたくさん気が付きました。１つ紹介させていただきますと、例えばビームラインの実験装置に信号獲得 (Data Acquisition) あるいはモーターコントロールシステムプログラムなどを導入するとします。私が PF にいたときは、自分自身でプログラムを書き上げなくてはならず、また各ビームラインで使用するプログラミング言語が異なり転用ができませんでした。すなわち、似たプログラムを作るにしてもビームライン独自で開発しなくてはならず、また互いの情報交換も効率が良くありませんでした。SLS の場合は、まず施設自体にプログラム担当者がいて、モーターコントロールなどのライブラリを含んだ EPICS[8] を用意していました。しかも定期的に講習会があり、目的に応じた使用方法の相談も受け付けていました。すなわち各ビームライン担当者は開発を必要とせず、欲しいシステムを施設のプログラマーに相談し、後はその使用方法を教われさえすればよいのです。この方法によると作業時間の短縮化と施設でのノウハウ蓄積が効率良く行われます。

さて、ここで私の住んだ街、チューリッヒについて御紹介したいと思います。チューリッヒはチューリッヒ州の州都であり、スイスの経済、商工業、文化を担うスイス最大の都市で人口は約 84 万人です。またスイスの空の玄関口、チューリッヒ国際空港を抱え様々な人種が集まった国際都市であり、一方中世の建造物も数多く残っていながら古さと新しさが見事に融合した素晴らしい観光地でもありました（Fig. 2）。私は平日の間はチューリッヒ大学内で日本でも使い慣れた超高真空実験装置や読み慣れた国際ジャーナルに囲まれてあまり環境の違いを感じませんでした。

Figure 2　チューリッヒの街の風景。晴れた日はチューリッヒ湖の向こうに爽快なアルプス山脈が見えました。

しかし週末、食料買出しとして一旦街へ出れば、それはもう海外観光旅行そのものでした。買出しに出たものの、荘厳な教会、美しい湖、あるいは趣のあるレストラン・バーなどを周ってしまい手ぶらで家に帰ってきてしまうことが何度もありました。また、チューリッヒでは様々なイベントも滞在中行われ、それらも大変楽しいものでした。枚挙に暇がありませんが、例えば通りのあちこちにデザイナーベンチが置かれた“BenchArt Zürich 2001[9]”（その数なんと 1075 個 !!)、仮装した人々が街を埋め尽くして踊る“Street Parade”（その肌の露出の多いこと !!)、さらには街中が音楽で溢れる“Zürich Fest[10]” (スローテンポな“白鳥の湖 [11]”ならともかく、あのハイテンポな“こうもり [12]”に合わせて花火が上がるんですよ !! そのタイミングが実にいいこと !!）などなど。またスイスの建国記念日には国中で一晩中花火が打ち上げれられました。花火の利点は空高く舞い上がることなので、山の向こう側で打ち上げられた花火を観て、そこには同じ国に住む人達がいる事をリアルに実感でき感慨深かったです。最後にもう 1 つ、街外れにある Irchel の丘を紹介致します。陽が沈んでからこの丘に来ると、そこでは眼下にチューリッヒの街の夜景が、見上げると満天の星空が広がっていました。聴こえてくるのは教会の鐘の音のみで、東京の夜景とは全く違う幻想的な雰囲気を醸し出していました。

スイスのチューリッヒと言えばアインシュタイン、ディラック、そしてシュレディンガーといった量子力学を築き上げた著名な物理学者が住んでいた街でもあります。そ

Figure 3　かつてシュレディンガーが住んでいた家。静かな場所で、チューリッヒ大学までは歩いて 10 分位の所です。

のため街の至る所に彼らの面影を見つけることができました。例えば私の住んでいたアパートから２通り向こう側にシュレディンガーが住んでいた家（Zu Vier Wachten, 9 Huttenstrasse [13]）がありましたし（Fig. 3）、また近くのBellevue-platz にあったカフェ“ODEON”にはかつてディラックが通っていました。実際チューリッヒのカフェで私がStange（ビール）を飲んだ時、アインシュタイン達もこういったカフェで熱心に議論を交わしたという話を、私が大学生の頃現代物理学の講義で聴いたことを思い出しました。ところで私が滞在していた2001年はちょうどシュレディンガー方程式[14]誕生の1926年から75周年にあたり、チューリッヒ大学ではその記念シンポジウムが行われました。当日はシュレディンガーのノーベル賞メダル、愛用していた眼鏡や直筆のノートなどが展示されていました。御承知のようにチューリッヒでは他にもノーベル物理学賞受賞者がおり、なんとアレクサンダー・ミューラー教授のお部屋が我々の研究室と同じフロアにあり、実際私がチューリッヒ大学で講演した際は目の前で聴いて頂き非常に驚きました。

このユーザーとスタッフの広場の海外滞在記は、私のPFでのマシンタイムの合間によく読ませて頂き、先輩方の海外研究に憧れたものです。もし当時の私と同じような読者がいましたら､一言助言させて下さい。海外滞在では、不思議な出会いと切ない別れが多々あります。どうか”一期一会”の教えに従い、その一瞬一瞬を大切に過ごして下さい（Fig. 4）。

References

[1] この紙面をお借りして、私を快く受け入れそして御指導して頂いたJürg Osterwalder 先生と私の研究を親切に手伝ってくれたオストワルダー研究室のみなさんに深い感謝の意を表したいと思います。そして私のスイス滞在中の研究に多大な御協力と御支援を賜りました太田俊明先生、柳下明先生、柿崎明人先生、蛇川匡先生、Han Woong Yeom 先生、太田俊明研究室のみなさん、そして長谷川修司研究室のみなさんにも大変感謝致しております。さらに滞在中、私の生活を楽しくしてくれた篠原顕子さんをはじめとするスイスの友人達と、日本から私を励ましてくれた小泉美和子さんと愉快な仲間達にも深く感謝致しております。

[2] For exmaples, I. Matsuda, H. W. Yeom, T. Tanikawa, K. Tono T. Nagao, S. Hasegawa and T. Ohta, Phys. Rev. B **63**, 125325 (2001); I. Matsuda, T. Ohta, and H. W. Yeom, Phys. Rev. B **65**, 085327 (2002).

[3] http://www.unizh.ch/

[4] http://www.physik.unizh.ch/groups/grouposterwalder/

[5] For examples, I. Matsuda, M. Hengsberger, F. Baumberger, T. Greber, H. W. Yeom, and J. Osterwalder, Phys. Rev. B submitted; H.-J. Neff, I. Matsuda, T. Greber, and J. Osterwalder, Phys. Rev. B **64**, 235415 (2001).

[6] http://www.elettra.trieste.it/

[7] http://ipawww.epfl.ch/lpme/SLS/UsersMain.htm

[8] Experimental Physics and Industrial Control System (http://www.aps.anl.gov/epics/)

[9] Walter Baumann, "BenchArt Zürich 2001" (Naptun Verlag Kreuzlingen/Switzerland, 2001).

[10] Zürich Fest。4 年に 1 度行われチューリッヒで催される祭り。Limmat川沿いに多数のステージが設けられ、Jazz、Classic、Western、Techno など様々なジャンルの音楽が演奏され、2 夜チューリッヒ湖で音楽に合わせて花火が打ち上げられる。

[11] P. I. Tchaikovsky: "Swan Lake" Op.20

[12] J. Strauss："Die Fledermaus" Overture Op.367

[13] Walter Moore, "A LIFE OF ERWIN SCHRÖDINGER" (Cambridge Press, 1994).

[14] E. Shrödinger, Ann. Phys. **79**, 361 (1926); *ibid*, **79**, 489 (1926); *ibid*, **80**, 437; *ibid*, **81**, 109 (1926).

Figure 4 私の Farewell パーティーにて、オストワルダー研究室のみなさんと。2001 年 8 月。

PF 懇談会だより

表面化学ユーザーグループ紹介

東京大学大学院理学系研究科　近藤　寛

1）グループ概要

表面化学ユーザーグループ（以下表面化学 UG）は、表面における様々な化学現象を放射光を用いて研究する研究者の集まりです。現在、約 35 名（学生を除く）のメンバーから成る比較的小さなユーザーグループですが、(超) 高真空下で試料を調製しながら実験を行うことが多いため、準備も含めて放射光施設に長期間滞在するヘビーユーザーが多いのが特徴です。現在、メンバーが取り組んでいる研究テーマは以下のような分野に大きく分けられます。

・構造解析（表面吸着系、有機機能性薄膜、無機系薄膜材料）
・表面反応解析
・放射光誘起表面光化学反応
・表面内殻励起ダイナミクス
・分子吸着と表面磁性

諸外国の放射光施設の表面化学関連のアクティビティと比較して、光化学反応・内殻励起ダイナミクス・表面分子磁性などの独自性の高い研究を展開している反面、放射光顕微鏡、高分解能光電子分光、Ｘ線発光分光など第 3 世代放射光施設に特徴的な分野の研究はあまり行われていません。しかし、最近、ALS、MaxLab、BESSYII などの施設でこれらの分野の経験を実地に積んでいる若手が増えており、今後の施設改造の際に彼らの活躍が期待されます。

これまで横山利彦先生（現分子研）がグループ代表を務められてきましたが、昨年 1 月から役目を引き継がせていただきました。PF からは北島義典先生、間瀬一彦先生にご担当いただき、施設との仲立ちをしていただくと同時に、実験のサポートや真空技術講習会の開催などを通してグループの若手育成にもご尽力いただいています。

2）関連ビームライン

表面化学 UG のメンバーが PF 内で利用しているビームラインをエネルギー領域で分けて示します。それぞれのビームラインで最近、メンバーが行っている実験も合わせて挙げておきます。

VUV (< 50 eV)

BL-7B：角度分解光電子分光

SX (50 ～ 2000 eV)

BL-7A：エネルギー分散型 XAFS・XMCD・XPD・光刺激イオン脱離
BL-8A：電子－極角分解イオンコインシデンス分光
BL-11A：XAFS・XPS・XMCD・光刺激イオン脱離
BL-13C*：光刺激イオン脱離・高分解能内殻電子分光・XPD
BL-16B*：高分解能内殻電子分光

SX-X (1800 ～ 5000 eV)

BL-2A*：高分解能内殻電子分光・XPEEM
BL-11B：XAFS
BL-27A：内殻電子分光・光刺激イオン脱離

(*：アンジュレータービームライン)

3）グループ活動について

PF シンポジウムの際にグループミーティングを行い、メンバー相互のアクティビティ紹介を行ってきました。2001 年 3 月には PF リング直線部増強計画を踏まえた将来の展開をテーマにした PF 研究会「高度化軟Ｘ線光源の表面化学への新展開：静的表面から動的表面・界面へ」を開催し、多くの参加者による活発な議論が行われました。昨年 3 月に行われた PF シンポジウムの際には、“全国共同利用の第 3 世代 VUV-SX 高輝度光源計画が実現した場合にどのような対応を PF に望むか”という点についてグループの意見を提出しました。今後、表面化学研究者にとって、より魅力的なステーション作りの検討や、表面化学用ビームラインのさらなる性能向上に向けて、グループでの予算獲得を含めた協力を進めていきたいと考えています。

4）最近の表面化学 UG のトピックス

表面化学 UG メンバーが関わっている研究の中から最近のトピックスをいくつか挙げておきます。

- BL-2A でＸ線光電子顕微鏡観察がスタート
- BL-16B で Si2pXPS において世界最高レベルの分解能を達成
- BL-8A で電子－極角分解イオンコインシデンス分光器を開発
- BL-11A 及び BL-27A で CN_x 薄膜の局所構造を解明
- BL-13C でフッ素系有機薄膜におけるＸ線誘起選択的結合切断を発見
- BL-7A でエネルギー分散型 NEXAFS 及び深さ分解 XMCD を開発

5）おわりに

これから放射光で表面化学の研究をやってみようと考えている方や表面化学 UG が関わっているビームライン・手法・研究トピックスに興味がある方は、是非、表面化学 UG にご連絡ください。いろいろな形でお役に立てると思います。連絡先は下記のとおりです。

＊北島義典（物質構造科学研究所物質科学第一研究系）
TEL: 029-864-5641　E-mail: yoshinori.kitajima@kek.jp
＊間瀬一彦（物質構造科学研究所物質科学第一研究系）
TEL: 029-879-6107　E-mail: kazuhiko.mase@kek.jp
＊近藤　寛（東京大学大学院理学系研究科化学専攻）
TEL:03-5841-4418　E-mail: kondo@chem.s.u-tokyo.ac.jp

PF 懇談会総会のお知らせ

PF 懇談会会則第 15 条および細則第 12 条に基づき、PF 懇談会総会を下記の要領で開催いたしますので、会員の皆様のご出席をお願いいたします。

総会の定足数は会員数の 1/10 と定められています。ご都合がつかず欠席される方は、委任状（形式自由）を PF 懇談会事務局までご提出していただくようお願いします。

日時：平成 15 年 3 月 19 日（水）11:30 〜 12:00
（PF シンポジウム 2 日目）
場所：高エネルギー加速器研究機構
研究本館 1 階レクチャーホール
議題：活動報告、会計報告、その他

PF 懇談会拡大運営委員会報告

PF 懇談会庶務幹事：宇佐美 徳子 (KEK-PF)

日時：平成 15 年 1 月 9 日（木）15:00 〜 16:00
場所：イーグレひめじ　A 会場（あいめっせホール）

第 16 回日本放射光学会・放射光科学合同シンポジウムの初日に、PF 懇談会拡大運営委員会が開催されました。通常の運営委員会と異なり、運営委員だけでなく PF スタッフや PF ユーザーが自由に参加できる会としてお知らせしたところ、多くの方に集まっていただき、スタッフとユーザーの意見交換の良い機会となりました。この場をお借りして参加していただいた方々にお礼を申し上げます。

（議事メモ）

1. 松下副所長より施設報告がなされた。
   主な項目は以下のとおり。
   - リング運転状況
   - 共同利用課題，共同利用研究者数および推移
   - 2.5GeV、6.5GeV リングの改良について
   - PF20 周年記念式典について
   - PF 外部評価について
   - ビームラインのクラス分けの検討
   - PF 将来計画（運営協議員会のもとの WG）について
   - SSRL との協力について
   - 法人化について
   - 任期制について
   - 2003 年 4 月からの新体制について
   - 物構研運営協議会委員候補の推薦について
2. 施設報告について質疑応答がなされた。

PF 懇談会拡大運営委員会に参加して

東理大理・PF 懇談会利用幹事　齋藤智彦

新年明けたばかりの 1 月 9 日、放射光学会に合わせて例年通り PF 懇談会拡大運営委員会が開かれました。拡大運営委員会は通常の運営委員会と異なり一般ユーザーも参加できる訳ですが、昨年までは自分自身が内部スタッフという立場で情報も比較的入りやすいこともあり、あまり関心を持っておりませんでした。しかし今年度から PF を離れて 1 ユーザーとなり、また PF 懇談会利用幹事をしていることもあるので、初めて参加しました。以下は 1 ユーザーとして参加した感想です。なお委員会の議事の詳細については議事録の記事を参照してください。

まず、参加する前にあれこれ想像していたのは「『拡大』運営委員会」とは言え、運営委員（と幹事）以外にどれほどの人数が集まるのだろうか？そんなに多くはあるまい」ということでした。当日は各種委員会が同じ会場で次々と開かれており､私はほかの会合にも参加していたのですが、正直言ってどの会合もそれほど多くの人数が参加しているようには見えませんでした。しかし PF 懇談会拡大運営委員会の始まる時間になるとどっと人が入ってきました。最終的に 100 から 120 人程度は集まったように見え、加えて若手研究者や院生等の若い人もかなり見受けられたのは新鮮な驚きでした。やはり PF が共同利用施設として定着しておりかつ active である証左とみるべきでしょう。PF を「古巣」と思う自分にはうれしいものでした。

さて、委員会は施設報告に始まって外部評価についての報告なども交えた後、現在一番重要な課題である将来計画について多くの時間を割きました。将来計画は Energy Recovery Linac (ERL) が検討されていることは前々から知っていましたが、その仕様が蓄積リングと組み合わせた形から 1 本の ERL へ変更になったことは今回初めて知りました。PF を離れてまだ 1 年と経っていないのに伝わってくる情報は（努力して集めないと）相当減ってしまうものだと感じられます。つまり、全国に散らばる各ユーザーで PF 将来計画の進行状況をある程度理解している方々はそんなに多くないのではないか、と少々危惧します。現在、将来計画は丁度仕様をいろいろと考える時期であり、2、3 ヶ月でかなり状況が変わってしまうこともあり得るので、3 月の PF シンポジウムのみならず、放射光学会にあわせたこのような拡大運営委員会も含めて機会あるごとにくどく会合を持つことが大事ではないかと思いました。同時に PF のホームページにも将来計画検討の進行状況を常に update するコーナーを設けると良いのではないでしょうか？

一方で、ユーザーにとっては 5 年 10 年 15 年先を見据えた将来計画を、自分自身のこととしてそのような長い時間スケールで考えられるか、という問題があります。委員会の質疑応答でも、多かったのはやはり 1 〜 3 年程度先まで

の直線部増強や各ビームラインの高度化についてでした。私自身にとっても日々の仕事とのつながりではその程度先までしか明確な像が描けず、勢い 5 年 10 年後については PF 任せになりがちです。PF スタッフにとっては 10 年先を考えることも日常の仕事の範疇ですから、スタッフにしてみれば「ユーザーは将来を考えない」と見えてきてもおかしくありません。これではすれ違いが生じるのは当然です。そのギャップを埋めるためにはやはり数多く顔を合わせることは重要だと思います。本来はそのための会合を持ってユーザーが集まるべきところですが、実際にはそれだけではユーザーはなかなか集まらないので、物理学会、応用物理学会、化学会等の他の集まりを一層積極的に利用すべきかと感じました。

最後に触れたいのが法人化の問題です。施設報告の中でも触れていたのですが､法人化後は「研究センター」と「共同利用部門｣を分けることを検討しているとのことでした。研究センターのような拠点を作ることには私は大賛成ですが、他方、前号の PF ニュースではビームライン数を減らしてマンパワーの分散を避ける方針も示されております。パーマネントポストを増やせない状況で研究センターに人員を配置するのですから、ビームライン担当は一層少なくなるかも知れません。解決策のひとつとしてユーザーグループによるビームライン運営も挙げられていますが、これらはすべてユーザーの共同利用形態に関わってくるものですから、PF とユーザーの間で早急かつ十分な議論が必要だと思います。今回の拡大運営委員会ではハードウエアそのものの将来計画に多く時間を費やして法人化は隠れてしまいましたが、実際には目前です。PF シンポジウム等での一層の議論が肝要かと思います。

以上、（初）参加した感想を書かせて頂きましたが、出席した方々やスタッフの方々にはまた違った考えもお持ちのことと思います。また、私の間違いや勘違いもあるかと思います。ユーザーとスタッフの間を円滑に結ぶのが懇談会（特に利用幹事）ですので、ご意見等ありましたらご連絡ください。懇談会の連絡先は PF ホームページにリンクされている PF 懇談会のホームページ内にあります。

放射光共同利用実験審査委員会速報

実験企画調整担当　小林　克己（KEK・PF）
宇佐美徳子（KEK・PF）

2003 年 1 月 29 日、30 日に放射光共同利用実験審査委員会が開かれました。審議の結果、以下のような実験課題が採択されました。

１．G型、P型の審査結果

昨年 11 月 1 日に締め切られた平成 15 年度前期の G 型、P 型の共同利用実験課題申請には G 型 145 件、P 型 4 件の応募があり、G 型 139 件、P 型 4 件（G 型から移行した課題も含む）計 143 件の課題が採択されました。このうち、条件付きとなったものは 6 件でした。採択課題名および申請課題に対する評価の分布は別表を参考にして下さい。

不採択になった理由あるいは評点が低くなった理由として、以下の様な点がありました。

a) 申請書の記述が十分でない、あるいは論理的に書かれていない。審査は申請書に書かれた内容によってのみ行いますので、審査員に理解して欲しいことはきちんと書いて下さい。
b) 申請書に、目標が定量的に、あるいは、そこに至る方策が具体的に書かれていない。
c) 申請者のグループからこれまでに似た課題が実施されたにも関わらず、その成果が申請書に述べられていない。

２．U型課題の審査報告

前回の PAC 以降、U 型課題が 2 件申請され、採択されています。

2002U-002

「High resolution structures of trichomaglin,　the complexes of methanol dehydrogenase with primary alcohols and of α-amylase with tripeptides」
実験責任者：Zongxiang Xia
（Shanghai Institute of Organic Chemistry）

2002U-003

「X 線分光学的手法による $SrTiO_3$ の光誘起相転移研究」
実験責任者：岩住　俊明（物構研）

３．S型課題

以下の 3 課題が採択になりました。

2003S1-001

「強相関電子系物質の新物質探索と物性発現機構解明のための BL 建設」　実験責任者：澤　博（物構研）

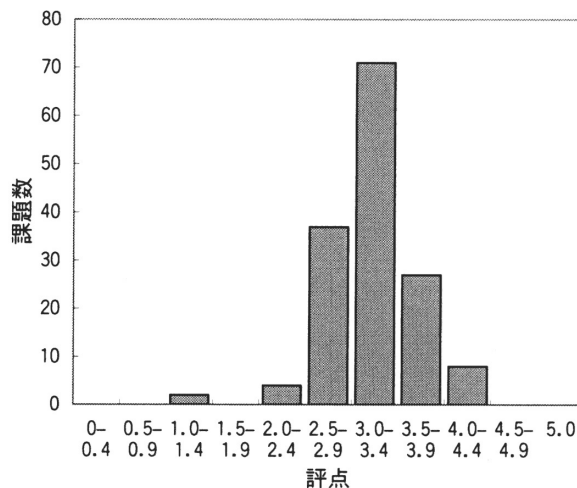
2003S2-001
「表面Ｘ線回折法による半導体表面構造の解析と界面構造の制御」　　実験責任者:秋本　晃一（名大院､工）
2003S2-002
「タンパク 3000 プロジェクト タンパク質の個別的解析プログラム」　　実験責任者：若槻　壮市（物構研）

なお、2003S1-001 の有効期限は 3 年で、条件付き採択（2003 年 2 月時点）です。

4．生命科学 I の分科会では今回からタンパク試料に関して以下の様な運用指針で申請・審査されました。

（1）結晶の準備状況
申請書を提出する段階で放射光Ｘ線結晶構造解析に相応しい結晶が既に得られていない場合でも、結晶化に向けた大量発現や精製系の確立がある程度進んでいる場合は、採択後 2 年間にＸ線構造解析に使用できる結晶が得られることを期待してこのような申請も可能とする。

（2）複数の関連したタンパク質を含む申請課題
実験課題が 2 年間有効であることから、複数種のタンパク質を一実験課題に含めた課題申請を可能とする。この場合に実験課題名は例えば、「PCB 代謝系酵素の構造解析」のように、そこで対象とするタンパク質群やそれらの複合体の機能をなるべく具体的に示す必要がある。その際、申請段階で結晶が得られていない場合でも、発現、精製等がある程度進んでいるものも含めることができる。ただし、現段階では、「シグナル伝達」、「蛋白質輸送」、「転写と翻訳」のような極めて包括的な課題申請は G 型課題ではなく S2 型課題で申請すべきものと考える。

G 型課題と包括的な課題との違いは生物学的に関連あるタンパク質の具体名が明記されるか否かにあるとする。

第 28 回物質構造科学研究所運営協議員会議事次第

日時：平成 14 年 9 月 20 日（金）　13:30 ～　（管理棟大会議室）
議事：
1．報告
① 所長報告、② 各施設等報告、③ その他
2．協議
① 平成 14 年度後期中間子共同利用実験課題審査結果について
② ミュオン実験施設委員会委員について
③ 次期副所長及び研究主幹候補者の選考手続きについて
④ 大強度陽子加速器施設完成後の施設運営体制について
⑤ 教官人事について（物質科学第一研究系　教授又は助教授 1 名）
⑥ 教官人事について（物質科学第二研究系　助教授 1 名）
⑦ その他

第 29 回物質構造科学研究所運営協議員会議事次第

日時：平成 14 年 11 月 8 日（月）　13:30 ～　（管理棟大会議室）
議事：
1．報告
① 所長報告、② 各施設等報告、③ その他
2．協議
① 大強度陽子加速器施設完成後の施設の運営体制について
② 次期研究主幹の選考手続きについて
③ 次期企画調整官（副所長）の選考について
④ その他

第 30 回物質構造科学研究所運営協議員会議事次第

日時：平成 14 年 12 月 24 日（火）　13:30 ～　（管理棟大会議室）
議事：
1．報告
① 所長報告、② 各施設等報告、③ その他
2．協議
① 教官公募（案）について
（物質科学第二研究系　助教授または助手　1 名）
② 教官公募（案）について
（大強度陽子加速器計画推進部　助教授　1 名）
③ 次期研究主幹の選考について
④ 大強度陽子加速器施設完成後の施設の運営体制について
⑤ その他

第 31 回物質構造科学研究所運営協議員会議事次第

日時：平成 15 年 1 月 23 日（木）　13:30 ～　（管理棟大会議室）
議事：
1．報告
①所長報告、②各施設等報告、③その他
2．協議
① 平成 15 年度機構内予算配分方針（案）について
② 平成 15 年度上期中性子共同利用実験課題審査結果について
③ 教官公募（案）について（物質科学第一研究系　助手　1 名）
④ 名誉教授の選考について
⑤ その他

物構研セミナー

題目：$SrTiO_3$ における巨大光伝導と光誘起絶縁体金属相転移
講師：石川忠彦氏（東京工業大学大学院物質科学専攻）　日時：2002 年 11 月 11 日（月）14:30 〜 15:30

題目：集積型金属錯体における新規光磁性現象の観測
講師：大越慎一、橋本和仁氏（東大先端科学技術研究センター）　日時：2003 年 1 月 28 日（火）10:30 〜 12:00

放射光セミナー

題目：ESRF の磁気散乱グループ（ID20）の現状
講師：Dr. Luigi PAOLASINI（ESRF, France）　日時：2002 年 11 月 8 日（金）14:00 〜 15:00

題目：その場光電子分光と光電子顕微鏡による磁性材料の研究
講師：小野寛太氏（物構研　物質科学第一研究系）　日時：2002 年 11 月 13 日（水）15:30 〜 16:30

題目：ERL と FEL のコヒーレンス－有用な「コヒーレンス」と無用な「コヒーレンス」の区別と使い分け－
講師：宮原恒昱氏（東京都立大学大学院理学研究科）　日時：2002 年 11 月 22 日（金）16:00 〜 18:00

題目: Some Aspects of the SR Investigations for Industry, Biology and Medicine in the Kurchatov Synchrotron
講師: Vladimir .G. Stankevich 教授（ロシア国クリチャトフ研究所放射光施設長）
日時: 2002 年 12 月 3 日（火）13:30 〜 14:30

題目：不安定状態の時分割構造解析の現状
講師：大橋裕二氏（東京工業大学理工学研究科）　日時： 2002 年 12 月 4 日（水）16:00 〜 17:00

題目：超高速 X 線非線形分光の理論
講師：田中　智氏（大阪府立大学総合科学部）　日時：2002 年 12 月 13 日（金）15:00 〜 16:00

題目：Ultra-fast photo-induced phase transformation in TTF-CA by time-resolved X-ray diffraction
講師：Doctress Marie-Helene Lemee-Cailleau　日時：2002 年 12 月 16 日（月）14:00 〜 16:00

題目：プラズマ X 線レーザーによる散乱実験 －スペックル、パラメトリック散乱など－
講師：並河一道氏（東京学芸大学教育学部）　日時：2002 年 12 月 19 日（木）14:00 〜 15:30

題目 : シアリダーゼ異常とシグナリング障害
講師 : 宮城妙子氏（宮城県がんセンター、生化学部長）　日時：2003 年 2 月 5 日（水）14:00 〜 15:00

最新の情報はホームページ (http://pfwww.kek.jp/pf-seminar/) をご覧下さい。

平成15年度前期放射光共同利用実験採択課題一覧

受理番号	課　題　名	所　属	実験責任者	ビームライン
2003G001	有極性フェリ磁性体$FeGaO_3$における磁気方向二色性	筑波大物質工	有馬　孝尚	16A2
2003G002	ナノ構造炭素の磁性	都立大理	真庭　豊	NE1B, 28A
2003G003	磁化の２次に比例する鉄の磁気原子散乱因子異常散乱部の測定	東京学芸大	荒川　悦雄	15B1
2003G004	強い層間磁気結合と垂直磁気異方性を共有する fcc強磁性人工格子のXMCD研究	筑波大物理工学	喜多　英治	11A, NE1B, 28A
2003G005	軟Ｘ線発光によるTi酸化物の電子構造の研究	弘前大理工	手塚　泰久	2C
2003G006	フラグメントけい光による二電子励起分子の分光とそのダイナミックス	東工大理工	小田切　丈	20A, 3B
2003G007	反転対称性を持つ分子(N_2,C_2H_2)の内殻光電離ダイナミクス	物構研	柳下　明	2C
2003G008	$Pr_{0.5}Ca_{0.5}MnO_3$の電荷整列転移に伴うMn価数変化の観測	大阪府立大工	田口　幸広	19B, 2C
2003G009	Fe_3O_4および$NiFe_2O_4$単結晶における$Fe3p\rightarrow1s$発光の磁気円二色性スペクトルの配置依存性の測定	高輝度光科学研究セ	河村　直己	28B
2003G010	トンネル磁気抵抗膜の界面電子状態の研究	産総研	鈴木　義茂	28A, NE1B, 11A
2003G011	Si(111)/3x/3-Ag表面上金属吸着系のフェルミ面マッピング	東大理	松田　巌	7B, 1C
2003G012	非共鳴X線磁気回折による強磁性体中のGdのスピン形状因子の測定	物構研	安達　弘通	3C3
2003G013	磁気コンプトン散乱による$SmAl_2$中のスピン偏極の定量評価	物構研	安達　弘通	NE1A1
2003G014	イメージング型深さ分解XAFS法の開発と表面、界面の直接観察	東大理	雨宮　健太	7A, 11A
2003G015	放射光STMによる表面元素分析と磁性体表面観察	東大物性研	奥田　太一	19A, 11A
2003G016	強いDC電場中における原子の光励起/電離	物構研	J. SULLIVAN	16B, 20A 3B
2003G017	Be原子の多電子光イオン化分光	東大工	長谷川　秀一	16B, 20A 3B
2003G018	Ca,SrおよびBa原子の二重イオン化しきい値付近の光イオン化	明星大理工	長田　哲夫	20A, 3B
2003G019	２次元化合物のＸ線発光分光	京大工	永園　充	19B
2003G020	白色Ｘ線磁気回折実験系の高度化、および、d・f電子系強磁性体のLS分離	群馬大工	伊藤　正久	3C3
2003G022	放射光ラウエトポグラフィによるタンパク質結晶中の転位の観察	横浜市立大総合理学	小島　謙一	15B1
2003G023	ホールドープ酸化銅の超格子構造の解析	佐賀大理工	鄭　旭光	1B
2003G024	Phase E,$Si_{1.2}Mg_{2.3}H_{2.6}O_6$の結晶構造におよぼす圧力の影響	東北大理	工藤　康弘	10A
2003G025	フラーレン２次元ポリマーから３次元ポリマーへの転移過程の観察	信州大繊維	川崎　晋司	NE5C
2003G026	六方晶$YMnO_3$の構造に対するTi置換効果	筑波大物質工学	有馬　孝尚	4C
2003G027	分子磁性体の高圧下における磁性と構造	九州工業大工	美藤　正樹	1B
2003G028	SXS法による半導体単結晶電極／溶液界面のその場構造追跡	お茶の水女子大理	近藤　敏啓	4C
2003G029	軌道放射光粉末回折ピーク形状分析による微細構造特性評価	名工大セラミックス基盤工学研究セ	井田　隆	4B2
2003G030	白金錯体の励起状態の構造解析とその緩和過程の MSGC検出器による時分割測定	東工大理工	大橋　裕二	NW2, 9C, 4B1, 14A
2003G031	液体アルカリ金属における圧力誘起電子転移の直接観測	慶應義塾大理工	服部　高典	14C2
2003G032	レーザー１パルス照射痕内の微小部残留応力分布測定	武蔵工業大工	秋田　貢一	3A
2003G033	X線異常散乱法を用いたAl系準結晶の単結晶構造解析	物質・材料研究機構 物質研	山本　昭二	1B
2003G034	火星起源隕石中のケルスータイトの結晶構造の解析による形成過程の推定	東大理	宮本　正道	4B1
2003G035	Ｘ線異常散乱法によるAl-Cu-Zr基バルク非晶質材料の構造解析	東大生産技術研究所	渡辺　康裕	7C
2003G036	Au-49.5at%Cd合金のマルテンサイト変態前駆現象の深さ依存性	島根大総合理工	大庭　卓也	10A
2003G037	高温高圧下に於ける金属とマントル鉱物の反応に関する研究	東北大理	近藤　忠	13A
2003G038	高温高圧下におけるスクッテルダイト化合物の結晶化のその場観察	室蘭工業大工	城谷　一民	14C2
2003G039	ジルコニアの相転移と電子密度分布	東工大総合理工	八島　正知	3A, 4B2
2003G040	微小角入射90°ブラッグ反射の研究と表面界面構造への応用	東大物性研	高橋　敏男	15C, 14B, 9C
2003G041	REM_3B_x(RE=希土類,M=金属,x=0～1.0)の電子密度分布比較	物構研	田中　雅彦	3A, 4B2
2003G042	有機伝導体(BEDT-TTF化合物）の超格子反射によるトポグラフ撮影	島根大学総合理工	水野　薫	15B1
2003G044	高速・高分解能２次元マルチグリッド型 MSGCの開発試験	東大人工物工学研究セ	高橋　浩之	14A, 15A

2003G045	物体内不可視情報を可視化するための暗視野用 X線光学系'Ow1'の開発	物構研	安藤　正海	3C2, NE3, 14C1, NE5A
2003G046	細孔内分子クラスター形成からみた小分子によるメソ孔充填機構の解明	信州大理	飯山　拓	15A
2003G047	NdFeB磁性体のHDDR処理中のGaとNbの占有位置の変化	宮城工業高専総合科学系	今野　一弥	12C
2003G048	蛍光XAFS法による酸化物にイオン注入した金属ナノ粒子の構造解析	山梨大工	斉藤　幸典	9A
2003G049	界面活性剤／水素における Double Gyroid 相近傍の自由エネルギー曲面の評価	お茶の水女子大理	今井　正幸	15A
2003G050	延伸ゲルにおける異方性構造の緩和過程の研究	九大理学	杉山　正明	15A
2003G051	XAFSによる耐候性鋼保護性さびの研究	原研放射光科学研究セ	小西　啓之	27B, 27A
2003G052	テルルーセレン混合系における過冷却液体およびガラス状態の局所構造	弘前大理工	宮永　崇史	10B
2003G054	時分割SAXSによるアイソタクチックポリプロピレンのメゾ相を経由する結晶化過程	京大化学研	金谷　利治	10C
2003G055	せん断流動場下におけるポリエチレンの結晶化過程	京大化学研	金谷　利治	15A
2003G056	分子量分布の非常に狭い高分子多糖類の SAXSによる構造解析	京都工芸繊維大工芸	河村　幸伸	10C
2003G057	高強度Al-M系２元合金中のM元素周囲の局所構造とナノ組織解析	東北大金属材料研	櫻井　雅樹	9A, 9C, 12C
2003G058	「ロイコ染料-長鎖状分子-添加剤」３成分混合系の相挙動と結晶化挙動の解明	広大生物圏科学	上野　聡	15A, 9C
2003G060	その場測定技術による超臨界水溶液のゆらぎ構造の研究	東京農工大工	森田　剛	15A
2003G061	InP上に成長したErP極薄膜の蛍光XAFS法による評価	名大工	大渕　博宣	12C
2003G062	SAXSによる多機能性キトサン／デンドリマーハイブリッド・ヨウ素複合体の自己集合構造解析	東理大理	矢島　博文	10C
2003G063	均一オリゴマーを使用したポリエチレングリコールの分子鎖形態に関する研究	産総研	衣笠　晋一	10C
2003G064	放射光小角散乱測定を用いた Mg-Y-Nd合金における相分解過程の解明	京大工	長村　光造	15A
2003G065	活性炭担持貴金属触媒の貴金属の XAFS解析による触媒活性座の同定	徳島大工	杉山　茂	10B
2003G066	Cr置換Mn_{12}クラスターのXAFS	分子研	横山　利彦	9A
2003G067	炭素に担持したPt金属およびRh金属触媒の局所構造の XAFS解析	アリカンテ大学	D. Cazorla-Amoros	9A, 10B
2003G068	超アクチノイド元素と周期表同族元素の錯イオン形成に関する研究	原研 先端基礎科学研究C	永目　諭一郎	27B
2003G070	XAFS Characterization of Ru metal and Ru Sulfide nanoparticles supported on zeolite and mesoporous materials	Centre National De Recherche Scientifique (CRNS, France)	J. Blanchard	10B
2003G071	In-situ EXAFS 測定による酸化マンガン触媒上の活性点構造の解析	産総研	永長　久寛	7C, 10B, 9A
2003G072	ゼオライトに担持したクロム触媒の XAFS解析	産総研	三村　直樹	9A, 7C
2003G073	XAFS を用いた電界下の有機半導体の電子状態に関する研究	東大新領域創成科学	木口　学	7A
2003G074	吸着剤開発におけるナノレベルで制御した鉄サイトの構造解析	東工大総合理工	泉　康雄	7C, 9A, 12C
2003G075	有機分子結合フェライト微粒子の XAFS測定による局所構造解析	東工大フロンティア創造共同研究セ	半田　宏	9A
2003G076	高い誘電率HfO_x薄膜のX線吸収による研究	産総研	Paul Fons	12C, 9A
2003G077	液相での炭化水素の光部分酸化反応に高活性なアルミナ担持バナジウム酸化物のバナジウム局所構造の同定	京大工	田中　庸裕	9A
2003G078	内殻電子励起による選択的結合切断を利用した新しいフッ素系化合物の合成	分子研	奥平　幸司	13C, 11A
2003G079	In-situ XAFS法によるMo酸化物光触媒の光励起構造に関する研究	千葉大工	一國　伸之	10B
2003G080	通電焼結法で作製した燃料電池用導電体の XAFSによる研究	産総研 関西セ	蔭山　博之	10B, 7C
2003G081	陽イオン交換樹脂上に存在する金属イオンの局所構造解析	東工大理工	原田　誠	10B
2003G082	金属イオンを持つ界面活性剤の水溶液表面への吸着挙動	東工大理工	原田　誠	7C
2003G083	イオン交換樹脂中で生成する金属イオンー糖錯体の構造と糖の分離選択性	東工大理工	岡田　哲男	10B
2003G084	PbF_2, LiF-PbF_2短範囲構造の温度依存性	東工大原子炉工学研	松浦　治明	10B
2003G085	河口域及び干潟堆積物中の重金属と硫黄の化学状態に関するXAFS研究	東大総合文化	松尾　基之	9A, 12C
2003G086	XANES法による大気中粒子状物質の発生源別寄与の推定	東大総合文化	松尾　基之	9A, 12C
2003G087	XPSを用いた有機/有機ヘテロ接合界面準位の観測	筑波大物理工	櫻井　岳暁	11C, 11A
2003G088	Au-Feナノコンポジットの相同定と局所構造の評価	阪大工	中川　貴	12C
2003G089	可視光応答性酸化チタン試料の状態解析	岡山大自然科学	黒田　泰重	7C

2003G090	ナノ細孔材料中の交換銅イオンの原子価およびサイト選択的構造解析における光検出XAFS法の有効性に関する研究	岡山大自然科学	黒田　泰重	9A
2003G091	XAFSによる表面モレキュラーインプリンティング不斉金属錯体触媒の構造解析	東大理	岩澤　康裕	10B, 9A, 12C
2003G092	XAFSによるゼオライト担持Reバイメタル触媒の構造解析	東大理	岩澤　康裕	10B, 9A, 12C
2003G093	in-situ 偏光全反射蛍光XAFS法による酸化物単結晶表面上の表面機能錯体分子構造解析	北大触媒化学研究セ	田　旺帝	9A
2003G094	アルミナセラミックス粒界への Zn不純物の偏析状態とアクティビティー依存症	京大工	田中　功	12C, 9A
2003G095	半導体計測器の核融合生成中性子損傷に拠るＸ線感度変化の解明	筑波大物理	小波蔵　純子	15C
2003G096	カーボンナノ空間中に分散されたランタノイド系金属ナノクラスターの構造解析	千葉大理	金子　克美	9A
2003G097	MgOおよびその複合酸化物中の微量 Gaの電荷状態と局所構造	京大工	田中　功	12C, 9A
2003G098	軟Ｘ線定在波発光分光による磁性多層膜界面の研究	東北大多元物質科学研	柳原　美広	16B
2003G099	脱窒菌*Alcaligenes Faecalis* S-6 株の転写制御因子 Dnr のX線結晶構造解析	東大生物生産工学研究セ	西山　真	6A, 18B
2003G100	アメリカヤマゴボウレクチンの結晶構造解析	京大化学研	畑　安雄	6A, 18B
2003G101	超分子2-オキソグルタル酸脱水素酵素複合体の構造研究	東工大生命理工	竹中　章郎	6A, 18B
2003G102	好熱菌由来リンゴ酸脱水素酵素における補酵素・基質認識相関関係の解析	東大生物生産工学研究セ	西山　真	6A, 18B
2003G103	高度好熱菌由来のホモイソクエン酸脱水素酵素 (TtHICDH)の基質認識機構の解明	東大生物生産工学研究セ	西山　真	6A, 18B
2003G104	糸状菌*Mortierella vinacea* 由来α-ガラクトシダーゼの結晶構造解析	農業生物資源研	藤本　瑞	6A
2003G105	細菌*Arthrobacter globiformis* 由来フルクトース転移酵素の結晶構造解析	農業生物資源研	門間　充	6A
2003G106	蛋白質生合成を翻訳レベルで調節するヘム関連キナーゼの構造解析	東北大多元物質科学研	黒河　博文	NW12, 18B, 6A
2003G107	MAD data collection on recR and shikimate dehydrogenase	Dept of Chemistry, Seoul National Univ.	Se Won Suh	18B
2003G108	ATP 依存性プロテアーゼ (CodWX) のX-線結晶学的研究	Kwangju Institute of Science and Technology	Soo Hyun Eom	18B
2003G109	Crystal structures of disulfide bond protein DsbE and its mutants and of some novel proteins involved in structural genomics program	Shanghai Institute of Organic Chemistry	Zongxiang Xia	6A, 18B
2003G110	グラム陽性桿菌*Arthrobactoer globiformis* デキストラン分解酵素の構造研究	東京農工大農学部	殿塚　隆史	6A, 18B
2003G111	水溶性クロロフィルタンパク質のクロロフィル a、b識別機構の研究	東邦大理	内田　朗	6A
2003G112	表皮剥脱毒素のＸ線構造解析	広大理	片柳　克夫	6A
2003G113	ヒト由来酸化損傷DNA修復酵素群のX線構造解析	広大理	片柳　克夫	6A
2003G114	キシログルカン関連加水分解酵素のＸ線結晶構造解析	産総研	近藤　英昌	NW12
2003G115	カビ脱窒系酵素P450norの基質複合体のX線結晶構造解析	東大農学生命科学	伏信　進矢	6A, 18B, NW12
2003G116	Xenobiotics 分解系酵素CumA1A2複合体のＸ線結晶構造解析	東大農学生命科学	伏信　進矢	6A, NW12
2003G117	新規cupin型ホスホグルコースイソメラーゼのＸ線結晶構造解析	東大農学生命科学	伏信　進矢	18B, 6A
2003G118	ヘムオキシゲナーゼの反応中間体および変異体の構造解析	東北大多元物質科学研	海野　昌喜	NW12
2003G119	細菌由来ファミリー18キチナーゼ群のＸ線結晶構造解析	長岡技術科学大工	野中　孝昌	NW12, 6A
2003G120	*Streptomyces griseus* 由来キチナーゼCのＸ線結晶構造解析	長岡技術科学大工	野中　孝昌	NW12, 6A
2003G121	Structural studies of novel phosphatases and redox proteins	Center for Cellular Switch Protein Structure, KRIBB	Seong-Eon Ryu	18B
2003G122	老化関連蛋白質SMP30のX線結晶構造解析	産総研	千田　俊哉	6A
2003G123	CTP合成酵素のX線構造解析	大阪市立大理	広津　建	NW12, 6A
2003G124	Carbazole 1,9a-dioxygenase system 解明に向けての構造解析	東大生物生産工学研究セ	野尻　秀昭	6A, 18B
2003G125	好塩菌*Haloarcula marismortui* 由来のKatGカタラーゼ・ペルオキシダーゼの結晶構造解析	静岡大理	藤原　健智	6A, 18B
2003G126	がん細胞運動刺激因子と各種阻害剤との複合体の結晶構造解析	昭和大薬	田中　信忠	6A, NW12
2003G127	AzoR(Azo Reductase)の結晶構造解析	東大農学生命科学	田之倉　優	NW12, 6A
2003G128	超好熱古細菌*Pyrococcus horikoshii* 由来 SAICAR synthase の結晶構造解析	東大農学生命科学	田之倉　優	NW12, 18B, 6A
2003G129	脱硫酵素DszCのX線結晶構造解析	東大農学生命科学	田之倉　優	NW12, 18B, 6A
2003G130	超好熱古細菌*Pyrococcus horikoshii* 由来Gmp synthetase 複合体の結晶構造解析	東大農学生命科学	田之倉　優	NW12, 18B, 6A

2003G131	RepEによる大腸菌Ｆプラスミドの複製開始機能発現機構の解明	京大理	三木　邦夫	6A, 18B, NW12
2003G132	*Bacillus stearothermophilus* 由来ピルビン酸キナーゼのＸ線結晶構造解析	静岡県立大生活健康科学	井深　章子	6A, 18B
2003G134	糖系界面活性剤が作るラメラ相およびミセル相の構造に及ぼす疎水鎖の分岐の効果	都立大理	加藤　直	10C
2003G135	タバコモザイクウィルス蛋白質の脂質膜への侵入機構	摂南大薬	佐野　洋	10C
2003G136	強い免疫抑制剤で知られるFTY720の溶液中における集合体の構造学的研究	摂南大薬	片川　純一	10C
2003G137	細胞情報伝達プラットホームとしての脂質ドメイン（ラフト）の機能構造解析	群馬大工	平井　光博	10C
2003G138	リン脂質・コレステロール系の膜表面における水和状態	群馬大工	高橋　浩	15A, 9C
2003G139	生体膜タンパク質Ｐ型ATPaseの分子集合状態の溶液Ｘ線散乱研究	食品総合研究所	渡邊　康	10C
2003G140	環状糖鎖形成過程の動的観察	産総研	湯口　宜明	10C
2003G141	骨格筋の収縮特性におよぼす重水の効果	芝浦工業大工	小林　孝和	15A
2003G142	皮膚角質層中の２つの細胞間脂質ラメラ構造の研究	福井工大教養部	八田　一朗	15A
2003G143	アクチンフィラメントレールを逆向きに走行するミオシン頭部のＸ線溶液散乱	阪大基礎工	若林　克三	15A
2003G144	Ｘ線小角散乱法による，超好熱菌グルタミン酸脱水素酵素の熟成と活性発現の構造学的研究	京大化学研	柊　弓絃	10C
2003G145	マルチドメイン蛋白質の溶液中での構造変化	物構研	加藤　龍一	10C
2003P001	形状記憶効果を示すNi_2MnGa系単結晶の劈開面、双晶界面の面指数の決定	龍谷大理工	井上　和子	4B1
2003P002	分子性固体(BEDO-TTF)(Cl_2TCNQ),(DME-DCNQI)$_2$Liの圧力下構造解析	都立大理	坂本　浩一	18C
2003P003	直接空間粉末結晶解析法による含フッ素ハイブリッド有機分子の結晶構造解析	東工大理工	植草　秀裕	4B2
2003P005	タンパク質結晶成長条件と結晶品質との相関に関する研究	宇宙開発事業団 宇宙環境利用研究セ	吉崎　泉	6A,10A
2003S2-001	表面Ｘ線回折法による半導体表面構造の解析と界面構造の制御	名大工	秋本　晃一	15B2
2003S2-002	タンパク3000プロジェクト タンパク質の個別的解析プログラム	物構研	若槻　壮市	18B, 6A, NW12, 5
2003S1-001	強相関電子系物質の新物質探索と物性発現機構解明のための BL 建設	物構研	澤　博	1A

平成 14 年度第 2 期ビームタイム配分結果一覧

Date: 10/1 TUE, 10/2 WED, 10/3 THU, 10/4 FRI, 10/5 SAT, 10/6 SUN, 10/7 MON, 10/8 TUE, 10/9 WED, 10/10 THU, 10/11 FRI, 10/12 SAT, 10/13 SUN, 10/14 MON, 10/15 TUE, 10/16 WED, 10/17 THU, 10/18 FRI, 10/19 SAT, 10/20 SUN (Time: 9 / 21)

Beamline	10/1–10/6	10/7–10/13	10/14–10/20
Operation	T/M / 光軸 / USER RUN	M / E / B / USER RUN	M / UR / B / USER RUN
1A			
1B	02PF-11 若林 / 02G041 北川	02G041 北川 / 02G215 真庭	02G211 石田 / 02G069 緒方
1C	02G174 相浦	02G174 相浦 / ビームライン調整	02P001 浅井 / 02G174 相浦
2A			
2C	ビムライン調整 / 02G177 村上	02S2-002 尾嶋	02S2-002 尾嶋
3A	01G070 八島 / 02G074 八島	02G074 八島 / 01G246 林	共同研究 / 01G260 秋田
3B	02G180 加藤	02G180 加藤 / 02G179 匂坂	02G179 匂坂 / 01G210 遠田
3C	02G205 渡辺(C2)	02G205 渡辺(C2) / 02PF-14 張(C2)	02G206 青木(C2)
4A	調整 / 02G172 井手	02G172 井手 / 01G179 井手 / 02G330 小泉	02G330 小泉 / 02G099 林 / 02G118 芳賀 / 02G303 中井
4B	01G188 虎谷(B2)	01G188 虎谷(B2) / 01G220 大里(B2) / 02G211 石田(B2)	02PF15 宮田(B1) / 02PF16 日下(B1)
4C	01S2-002 村上	01S2-002 村上 / 02G041 北川 / 02G202 関根	02G202 関根 / 02G207 橋爪
6A	Setup	Setup / 02G320 松垣 / 01G354 大石 / 01G161 三木	02G317 池永 / 02G150 若槻 / 02G307 P.K.R.Kumar / 01G339 石井 / 01G157 藤原
6B			
6C			
7A	01G013 雨宮	01S2-003 太田	01S2-003 太田
7B	立ち上げ	立ち上げ	評価実験
7C	02G127 工藤	01G087 宮永 / 02G237 池本 / 01G099 原田 / 01G119 Cazorla	02G235(17日 12:00マデ) 春山 / 01G273 斎藤
8A	02G137 百生	02G137 百生 / 調整	調整
8B			
8C	02G230 雨宮(C2)	02G230 雨宮(C2)	02G230 雨宮(C2)
9A	01G324 中井	02PF-17 岩住 / 共同研究 / 共同研究 / 01G115 山下 / 01G319 太田 / 01G315 岩澤	02G089 田渕 / 01G309 市川
9C	01G217 秋本	01G217 秋本 / 01G065 高橋	01G254 藤井
10A	調整		02G199 山中
10B	02-001 出光興産 / 01G315 岩澤 / 02G134 佐藤 / 02G269 吉武	02G112 野村 / 02G335 山村	02G242 金子 / 01G318 太田 / 02G251 稲田 / 02G283 市川 / 01G316 野村
10C	WG 立上 / 01G379 渡邉 / 02G171 小園 / 02G169 片岡 / 01G363 今元(10/7 23時迄)	02G331 市川(10/7 23時～) / 01G181 柊 / 01G365 和泉 / 01G132 川口	021G119 浦川 / 01G288 綿岡 / 01G076 谷本 / 02G095 野島 / 01G277 戸木田
11A	共同研究 / 01G331 Fons / 02P017 藤本 / 02G182 木下	02G182 木下	02G182 木下 / 02G019 奥田
11B	01G034 秋本	01G274 米永 / 分光結晶交換	調整 / 共同研究 / 02G131 北島
11C	ビームライン調整		02G033 吉川
11D			
12A			
12B			
12C	共同研究 / 共同研究 / 02G233 大里	02G233 大里 / 共同研究 / 02G258 江村 / 02G301 Fons	01G283 大渕 / 02G268 太田

Beamline	10/1–10/6	10/7–10/13	10/14–10/20
Operation	T/M / USER RUN	M / E / B / USER RUN	M / UR / B / USER RUN
13A			01G222 小野
13B			02G110 大柳(B1)
13C	01G314 今村 / 02G126 今村	02G134 佐藤 / 02G291 斉藤	02G126 今村 / 01G297 Oyama
14A	光学系・制御系調整	01G054 J. Hester	02G042 石沢
14B	調整 / 02G053 山口	01G065 高橋	02G223 石田
14C	02S2-001 板井(C1)	02S2-001 板井(C1)	02S2-001 板井(C1)
15A	WG / 共同研究	01G082 森田 / 02G218 舛本 / 01G185 八田 / 02G170 松岡 / 01G377 高橋 / 02G325 高木	02G091 雨宮 / 02G084 上野 / 02G086 上野 / 02G078 田代
15B	02G031 岩住(B1)	01G062 小島	00S2-003 高橋(B2)
15C	02G197 秋本	02G197 秋本 / 02G070 岡田	02G200 志村
16A	調整 / 02S2-003 桜井G(A1)	02S2-003 桜井G(A1) / 01S2-002 村上G(A2)	01S2-002 村上G(A2)
16B	調整	01G021 柳原G	01G212 宮原G
17A			
17B			
17C			
18A	01G023 安	01G023 安	02G029 松田
18B	Setup	Setup / 01G154 神島 / 02G149 若槻 / 01G353 片柳 / 01G162 伏信 / 02G219 田渕	01G158 野尻 / 02G142 菅野
18C	02G055 C.B.Vanpeteghem	01G042 森	02G072 平井 / 01G044 藤野
19A			
19B	調整	調整 / 01G020 辛	02P019 細川 / 01G011 田口
20A	調整	01G201 伊藤	01G198 亀田
20B			
27A	調整 / 01G381 宇佐美 / 02G345 三枝 / 02G334 小林	02G157 檜枝 / 02G334 小林 / 装置入替 / 01G334 馬場	01G334 馬場
27B	01G259 橋本	01G180 横谷 / 結晶交換 / 02G080 岡本 / 02G250 矢板	02G250 矢板 / 02G080 岡本 / 02G250 矢板 / 02G334 小林 / 02G345 三枝
28A		調整 / 02G191 小出	02G191 小出 / 02G003 副島
28B	01G232 宮永	01G232 宮永	

Beamline	10/1–10/6	10/7–10/13	10/14–10/20
Operation	B / USER RUN	M / B / USER RUN	M / B / USER RUN
NE1A1			
NE1A2			
NE1B	立ち上げ / 02G006 丸山	02G006 丸山	02G006 丸山 / 01G030 喜多
NE3A	立ち上げ / 02PF-15 張	02G136 安藤	02G136 安藤 / 波長調整
NE5A	調整 / 01G360 取越	02G163 兵藤	02G163 兵藤
NE5C	01G057 草場	02G208 深井	01G256 亀卦川 / 02G049 辻
NW2A			

Date 10/21 MON 10/22 TUE 10/23 WED 10/24 THU 10/25 FRI 10/26 SAT 10/27 SUN 10/28 MON 10/29 TUE 10/30 WED 10/31 THU 11/1 FRI 11/2 SAT 11/3 SUN 11/4 MON 11/5 TUE 11/6 WED 11/7 THU 11/8 FRI 11/9 SAT 11/10 SUN
Operation M B USER RUN MA/M B USER RUN M UR B USER RUN
1B 02G069 緒方 02G064 内海 02G041 北川 02G041 北川 02G087 小林 01G230 副島 02G215 真庭
1C 02G174 相浦 02S2-002 尾嶋 02S2-002 尾嶋
2A 01G312 朝倉
2C 02S2-002 尾嶋 02G010 鵜飼
3A 01G260 秋田 02G052 田中 02G052 田中 02G221 佐々木 01G244 石田 01G242 石田
3B 01G210 遠田 02G201 伊藤 02G201 伊藤 01G015 長田
3C 00S2-02 伊藤(C3) 00S2-02 伊藤(C3) 00S2-02 伊藤(C3)
4A 02G082 島田 調整 02G293 飯田 02G293 飯田 02G135 高西 02G135 高西 02S2-003 桜井
4B 02PF16 日下(B1) 02G227 萩谷(B1) 01G249 大隅(B1) 01G067 宮本(B1) 02G214 石橋(B2) 01G052 田中(B2)
4C 02G207 樋爪 01G244 石田 01G244 石田 02G228 萩谷 02G062 志村 02G059 魚崎
6A 02G139 海野 01G345 千田 共同研究 02G156 箱嶋 02G145 廣川 02G151 田之倉 01G167 田中 共同研究 01G145 水野 02G140 多田 01G163 伏信 02G149 若槻 01G347 野中
7A 01S2-003 太田 02G266 今西 02G288 大内 01S2-003 太田
7B 評価実験 評価実験 02P011 重田
7C 02G056 杉山 調整 01G298 山口 02G249 木村 01G120 内本 1G31 岩澤 01G139 岡本 02P017 藤本 02G104 原田 02G233 大里 02G274 阪東
8A 調整 共同研究 共同研究
8C 02G230 雨宮(C2) 02G230 雨宮(C2) 02G230 雨宮(C2)
9A 共同研究 共同研究 02G289 薩山 02PF17 岩住 02G251 稲田 02G282 渡辺 01G296 吉田 02PF17 岩住 02P010 山口 02PF-19 岩住 01G117 朝倉 調整 共同研究 共同研究 01G141 横山 02G252 西
9C 02PF17 田中 01G254 藤井 01G217 秋本
10A 02G212 副島 02G066 佐々木 01G049 佐々木
10B 01G327 松林 02G232 丸山 01G080 寺内 02G112 野村 02G074 八島 02G247 吉朝 02G335 山村 02G255 竹中 02G274 阪東 02G249 木村 01G316 野村
10C 02G277 竹下 02G120 塩見 02G078 田代 02G094 原 01G359 平井 01G359 平井 01G175 平井 02G323 窪田 01G177 佐野 01G178 片川(11/4 23時迄) 01G172 矢島(11/4 23時～) 02G162 平井 01G379 渡辺 02G290 室賀 02G101 室賀
11A 02G191 小出 02G091 小出 01G009 鈴木
11B 02G111 岩住 02G260 木口
11C 01G034 佐藤 01G034 秋本 01G034 秋本
11D 02G185 石井
12A 共同研究 02G033 吉川
12C 02G133 沼子 01G131 松尾 01G332 Kolobov 共同研究 共同研究 02G301 Fons 01G316 野村 01G078 大渕 01G330 Fons
13A 02G050 八木 02G072 平井 01G042 森 02G044 永井
13B 02G110 大柳(B1) 02G109 大柳 02G109 大柳
13C 01G314 今村 02G292 Unger 02G103 奥平
14A 02G042 石沢 02PF07 澤 02G030 岸本 02G071 岸本
14B 02G223 石田 01G187 安藤 02S2-001 板井
14C 02G048 船守(C2) 02G213 久保(C2) 02G213 久保(C2) 01G060 大谷(C2) 01G173 森(C1) 02G163 兵藤(C1)
15A 02G327 桑島 01G284 橋本 02G085 橋本 01G175 平井 02G162 平井 01G276 高野 01G275 山本 02G241 辻田 01G258 雨宮 02G343 雨宮 02G225 太田
15B 00S2-003 高橋(B2) 00S2-003 高橋(B2) 02G053 山口(B1)
15C 02G053 山口 02G298 Fons 02G261 水野 01G071 小波蔵
16A 01S2-002 村上G(A2) 01S2-002 村上G(A2) 01S2-002 村上(A2)
16B 01G010 長谷川G 01G010 長谷川G 01G007 Harries G
18A 02G029 松田 02G027 藤森 02G027 藤森
18B 02G138 藤本 01G146 西山 02G321 楠本 01G150 竹中 01G147 SUH 01G147 SUH 02G150 若槻 01G145 水野 01G148 RYU 01G343 今野 01G239 田渕
18C 02G072 平井 02G210 永井 02P003 石沢 02G226 中山 02G216 小林
19A 02P002 奥田
19B 01G027 辛 02G175 樋口 01G194 辛
20A 01G198 亀田 調整 01G191 森岡
27A 01G334 馬場 02G264 山本 02G157 檜枝 02G346 笠井 01G381 宇佐美 01G381 宇佐美 02G341 O'Neill
27B 01G381 宇佐美 02G334 小林 02G345 三枝 02G333 小林 01G329 大貫 01G329 大貫 共同研究 02G090 赤堀
28A 02G003 副島 02G003 副島
28B 02G253 岩住 02G253 岩住
NE1A1 02G025 河田 02G025 河田 02G025 河田
NE1B 01G030 喜多
NE3A 01G267 小林
NE5A 02G168 榊原 調整 02G186 豊福 01G380 武田
NE5C 02G049 辻 02G048 船守 01G256 亀卦川

Date	11/11 MON	11/12 TUE	11/13 WED	11/14 THU	11/15 FRI	11/16 SAT	11/17 SUN	11/18 MON	11/19 TUE	11/20 WED	11/21 THU	11/22 FRI	11/23 SAT	11/24 SUN	11/25 MON	11/26 TUE	11/27 WED	11/28 THU	11/29 FRI	11/30 SAT	12/1 SUN
Time	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21
Operation	M	B [SB]	USER RUN [Single Bunch]					MA/M	B	USER RUN					M	B	USER RUN				
1A																					
1B		01G040 山本			01G262 石丸				01G058 久保園			01G263 山内				02PF-08 田崎					
1C									02S2-002 尾嶋							02S2-002 尾嶋					
2A																					
2C									02G021 足立							02G021 足立					
3A									01G048 佐々木							01G049 佐々木					
3B		01G008 東							01G015 長田							01G198 亀田					
3C									00S2-02 伊藤(C3)							00S2-02 伊藤(C3)					
4A		調整		共同研究		02S2-003 桜井			調整	02G091 雨宮				02G343 雨宮		02G343 雨宮	02G167 井上		02G230 雨宮		
4B									01G052 田中(B2)		02G074 八島(B2)			01G070 八島('B2)		01G070 八島(B2)		01G188 虎谷(B2)			
4C		02PF-010 若林							01S2-002 村上							02G054 桑原			02G298 Fons		01S2-002 村上
6A									01G355 近藤	02G312 宮原	02G141 津下	02G306 松井		02G316 堀越			01G346 千田	01G356 矢嶋	01G159 喜田	02G147 津本	02G150 若槻
6B																					
6C																					
7A		02G273 和田							01S2-003 太田							01S2-003 太田					
7B		評価実験							評価実験							評価実験					
7C		02G108 竹中			01G126 中川				01G113 原田				02G106 瀧上			02G106 瀧上		02G254 内本		01G296 吉田	01G327 松林
8A		共同研究							共同研究							PFエンドステーション調整及び装置立ち上げ					
8B																					
8C									02G230 雨宮(C2)							02G230 雨宮(C2)					
9A		02G253 岩住							02G270 朝倉							02G093 岩澤					
9C		02G039 澤							01S2-002 村上							01G316 野村					
10A									01G243 栗林							02G057 杉山					
10B		02G104 原田		01G139 岡本		01G321 一國			02G116 一國							01G297 Oyama			01G303 久保田		
10C		01G270 桜井	01G311 吉田			WG作業			02G344 島	01G375 曽田		01G361 市村	02G326 柊			01G174 加藤	02G169 片岡	01G363 今元	WG作業	01G379 渡邊 WG	02G119 浦川
11A									02G032 関口							01G017 下山					
11B									02G260 木口							01G331 Fons					
11C									02G009 枝元							02G009 枝元					
11D									02G015 齋藤			02G016 齋藤									
12A									01G214 羽多野							01G214 羽多野					
12B																					
12C		02G100 山口		01G195 光田					共同研究	02G189 板倉		01G268 秋本		02G268 太田		01G306 岡本	02G092 櫻井		02P015 鈴木	01G330 Fons	
Date	11/11 MON	11/12 TUE	11/13 WED	11/14 THU	11/15 FRI	11/16 SAT	11/17 SUN	11/18 MON	11/19 TUE	11/20 WED	11/21 THU	11/22 FRI	11/23 SAT	11/24 SUN	11/25 MON	11/26 TUE	11/27 WED	11/28 THU	11/29 FRI	11/30 SAT	12/1 SUN
Time	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21
Operation	M	B [SB]	USER RUN [Single Bunch]					MA/M	B	USER RUN					M	B	USER RUN				
13A									01G044 藤野	01G235 廣瀬						01G222 小野					
13B									02G110 大柳							02G110 大柳					
13C		02G103 奥平										02G103 奥平						02G134 佐藤			
14A		02G071 岸本			調整				01G080 寺内				共同研究			調整	02G077 高橋				
14B		02S2-001 板井							02S2-001 板井							01G187 安藤					
14C		02P013 林田(C1)					共同研究		02G048 船守(C2)		02G063 大高(C2)					02S2-001 板井(C1)					
15A		WG							02G087 西川		01G285 奥田	01G278 加藤	01G077 今井			02G220 奥田	01G269 櫻井		01G368 Mauriz 01G376 小島	01G369 若林	
15B									00S2-003 高橋(B2)							00S2-003 高橋(B2)					
15C		01G031 三井							02G046 深町							02G231 百生					
16A																					02S2-003 桜井G(A1)
16B		01G007 Harries G							02G002 彦坂G				01G202 Lablanquie G			01G202 Lanblanquie G					
17A																					
17B																					
17C																					
18A									02G018 奥田							02G018 奥田					
18B									01G158 野尻	01G151 白木原	01G352 田之倉	02G149 若槻	02G318 田中			02G314 姚	01G354 大石	02G308 Ji		01G150 竹中	
18C									02P003 石沢												
19A																					
19B									調整			02G178 佐藤				02G184 有田			02G187 山田		
20A		01G191 森岡							01GG190 吉井							01G190 吉井					
20B																					
27A					01G329 大貫				共同研究			01G334 馬場				01G334 馬場					
27B				01G140 永目					01G261 松本							02G080 岡本		02G250 矢板		共同研究	
28A																	02G007 宮原				
28B		調整							02G253 岩住	01G199 岩住						01G199 岩住					
Date	11/11 MON	11/12 TUE	11/13 WED	11/14 THU	11/15 FRI	11/16 SAT	11/17 SUN	11/18 MON	11/19 TUE	11/20 WED	11/21 THU	11/22 FRI	11/23 SAT	11/24 SUN	11/25 MON	11/26 TUE	11/27 WED	11/28 THU	11/29 FRI	11/30 SAT	12/1 SUN
Time	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21	9 21
Operation	M	B	USER RUN					M	B	USER RUN					M	B	USER RUN				
NE1A1		02G025 河田	02G195 桜井						02G195 桜井												
NE1A2																					
NE1B													02G191 小出			02G191 小出					
NE3A		01G215 三井							02G073 藤本							02G073 藤本					
NE5A		01G380 武田							01G380 武田							02G168 榊原					
NE5C				01G069 山口					01G227 草場							01G221 川崎					
NW2A																					

Date 12/2 MON 12/3 TUE 12/4 WED 12/5 THU 12/6 FRI 12/7 SAT 12/8 SUN 12/9 MON 12/10 TUE 12/11 WED 12/12 THU 12/13 FRI 12/14 SAT 12/15 SUN 12/16 MON 12/17 TUE 12/18 WED 12/19 THU 12/20 FRI
Time 9 12 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 12 9 21 9 21 9 21 9 21
Operation M UR B USER RUN M B [3GeV] USER RUN [3GeV] B [3GeV] USER RUN [3GeV] STOP
1A
1B 01S2-002 村上 02G215 真庭 02G201 久保園 02G201 久保園 01G064 出口
1C 02S2-002 尾嶋 共同研究
2A 01G312 朝倉
2C 02PF-12 柳下 02G182 木下
3A 02G065 藤岡 01G241 中村 02G229 八島
3B 01G198 亀田 01G034 秋本 01G034 秋本
3C 00S2-02 伊藤(C3) 02G206 青木(C2)
4A 02G230 雨宮 共同研究 01G182 田中 02G324 大越 02G118 芳賀 01G325 中井 02G303 中井 01G179 井出 02G172 井出 02G113 三河内
4B 01G188 虎谷(B2) 02G264 沼子 01G249 大隅(B1) 02G227 萩谷(B1) 02G091 雨宮(B1)
4C 01S2-002 村上 02PF-009 戸田 01S2-002 村上
6A 02U002 XIA 共同研究 02G145 廣川 02G148 小林 02G305 原田 共同研究 01G351 田之倉 02G313 中江 01G339 石井 02G138 藤本 01G353 片柳 02G149 若槻 02G309 Liaw
6B
6C
7A 01G013 雨宮 02G266 今西 02G131 北島 装置調整 02P012 Kim
7B 02P011 重田 評価実験
7C 01G327 松林 01G297 Oyama 01G303 久保田 01G303 久保田 01G297 Oyama 02G106 瀧上
8A 02G114 間瀬 02G114 間瀬 02G137 百生
8B 共同研究 共同研究
8C 共同研究 共同研究
9A 調整 共同研究 共同研究 01G131 松尾 共同研究 02G301 Fons 01G282 田渕 02G251 稲田
9C 01G316 野村 01G275 山本 02G084 上野 02G086 上野 01G269 桜井 01G270 桜井 01G275 山本 01G377 高橋 02G084 上野 02G086 上野 02G241 辻田
10A 02G237 大庭 02G219 大里 01G037 工藤
10B 02G274 阪東 共同研究 02G265 今村 01G317 Ryoo 02G267 村井 02G108 竹中 共同研究 02G112 野村 02G134 佐藤 01G094 薩摩 02G251 稲田 02G279 宮永 02G254 内本 01G289 臼杵
10C 01G076 谷本 01G277 戸木田 02G095 野島 02G117 竹下 02G120 塩見 01G270 桜井 02G332 松崎 01G279 神保 01G366 和泉 01G371 能野 02G342 和泉 01G083 衣笠 01G379 渡辺
11A 01G118 藤岡 02G240 伊藤 01G378 伊藤 02G038 北本
11B
11C 02G009 枝元
11D 01G207 仲武
12A 02G340 伊藤
12B
12C 01G102 松尾 02G243 高橋 02G275 太田 02G257 饗 共同研究 共同研究 01G332 Kolobov 02G133 沼子 02G259 佃 共同研究 共同研究
Date 12/2 MON 12/3 TUE 12/4 WED 12/5 THU 12/6 FRI 12/7 SAT 12/8 SUN 12/9 MON 12/10 TUE 12/11 WED 12/12 THU 12/13 FRI 12/14 SAT 12/15 SUN 12/16 MON 12/17 TUE 12/18 WED 12/19 THU 12/20 FRI
Time 9 12 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 12 9 21 9 21 9 21 9 21
Operation M UR B USER RUN M B [3GeV] USER RUN [3GeV] B [3GeV] USER RUN [3GeV] STOP
13A 01G225 竹村 02G050 八木 02G055 G. B.Vanpeteghem 01G059 近藤
13B 02G076 大久保
13C 01G108 田中
14A 02G037 門叶 02G030 岸本 調整 02G280 桜井
14B 02P014 佃 01G053 平野 01G053 平野
14C 02S2-001 板井(C1) 02G048 船守(C2) 02G051 八木(C2) 02G045 高橋(C2)
15A 02G081 原田 01G302 01G372 Timchenko 02G328 桑島 02G329 Mohan 01G176 Quinn 01G370 若林 02G339 Semistnov 02G338 Semistnov 02G336 ripalsi 02G337 木原
15B 00S2-003 高橋(B2) 01G022 森(B1) 01G022 森(B1) 01G068 水野(B1)
15C 02G070 岡田 02G053 山口 01G218 平野 02G197 秋本
16A 02S2-003 桜井G(A1) 01G250 若林G(A2) 01G250 若林G(A2) 01G036 阿部(A2) 01G063 松村G(A2)
16B 01G202 Lanblanquie G
17A
17B
17C
18A
18B 02G145 廣川 02G062 志村 02G153 坂部 01G149 EOM 02G147 津本 01G149 EOM 02G153 坂部 01G341 神島 02G309 Liaw 01G158 野尻 02G316 堀越 02G146 宮原
18C 02G203 城谷 02G209 小野 02G210 永井 02G226 中山
19A 01G004 奥田
19B 02G022 竹内 01G012 河合
20A 02G165 高倉
20B
27A 02G105 石山 02G334 小林 02G334 小林 02G346 笠井 02G157 檜枝
27B 02G333 小林 02G334 小林 01G381 宇佐美 02G334 小林 02G090 赤堀 02G250 矢板
28A 02G007 宮原
28B 02G181 岩住
Date 12/2 MON 12/3 TUE 12/4 WED 12/5 THU 12/6 FRI 12/7 SAT 12/8 SUN 12/9 MON 12/10 TUE 12/11 WED 12/12 THU 12/13 FRI 12/14 SAT 12/15 SUN 12/16 MON 12/17 TUE 12/18 WED 12/19 THU 12/20 FRI
Time 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21 9 21
Operation M B USER RUN M B USER RUN B USER RUN STOP
NE1A1 02G188 塩谷 02G280 桜井 02G188 塩谷 02G188 塩谷 02G280 桜井
NE1A2
NE1B
NE3A 02PF-15 張 01G240 野村 02G034 岡野
NE5A 調整 01G360 取越 02G160 田中 02G168 榊原
NE5C 02G208 深井 01G257 L. Sun 02G049 辻
NW2A

編集委員会から

PF ニュース送付希望の方へ

PF ニュースでは送付申し込み登録制度を導入致しました。送付をご希望の方はお手数ですが、PF ニュースホームページ（http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/）の登録フォームよりお申し込み下さい。登録の有効期限は毎年年度末（3 月末）までとさせていただきますので、次年度も送付を希望される方は改めて登録が必要です。ホームページ上の更新フォームにてお申し込み下さい。

今まで送付自動的に送付されていた、過去の課題責任者並びに課題参加者、現在有効課題に参加している方（課題責任者のみ自動的に送付）は登録が必要です。

なお、下記の方々はご登録いただかなくても自動的に PF ニュースが送付されます。

1）PF 懇談会会員
会員期間中は PF ニュースを送付します。年度末の更新手続きは必要ありません。

2）共同利用実験課題責任者
課題の有効期間中は PF ニュースを送付します。複数の課題をお持ちの場合、送付期間は自動的に最新課題の有効期間まで更新されます（送付は 1 冊です）。有効課題の期間が切れますと PF ニュース送付登録は消去されます。購読の継続を希望される方はフォームにてご登録下さい。

3）図書館や図書室等
これまで通り寄贈いたします。

4）物構研評議委員、物構研運営協議員、放射光共同利用実験審査委員
委員任期中は PF ニュースを送付致します。

5）加速器奨励会役員・評議委員・賛助会員
これまで通り加速器奨励会事務室より送付致します。

6）PF にメールボックスをお持ちの方
これまで通りメールボックスに配布致します。

宛　　先

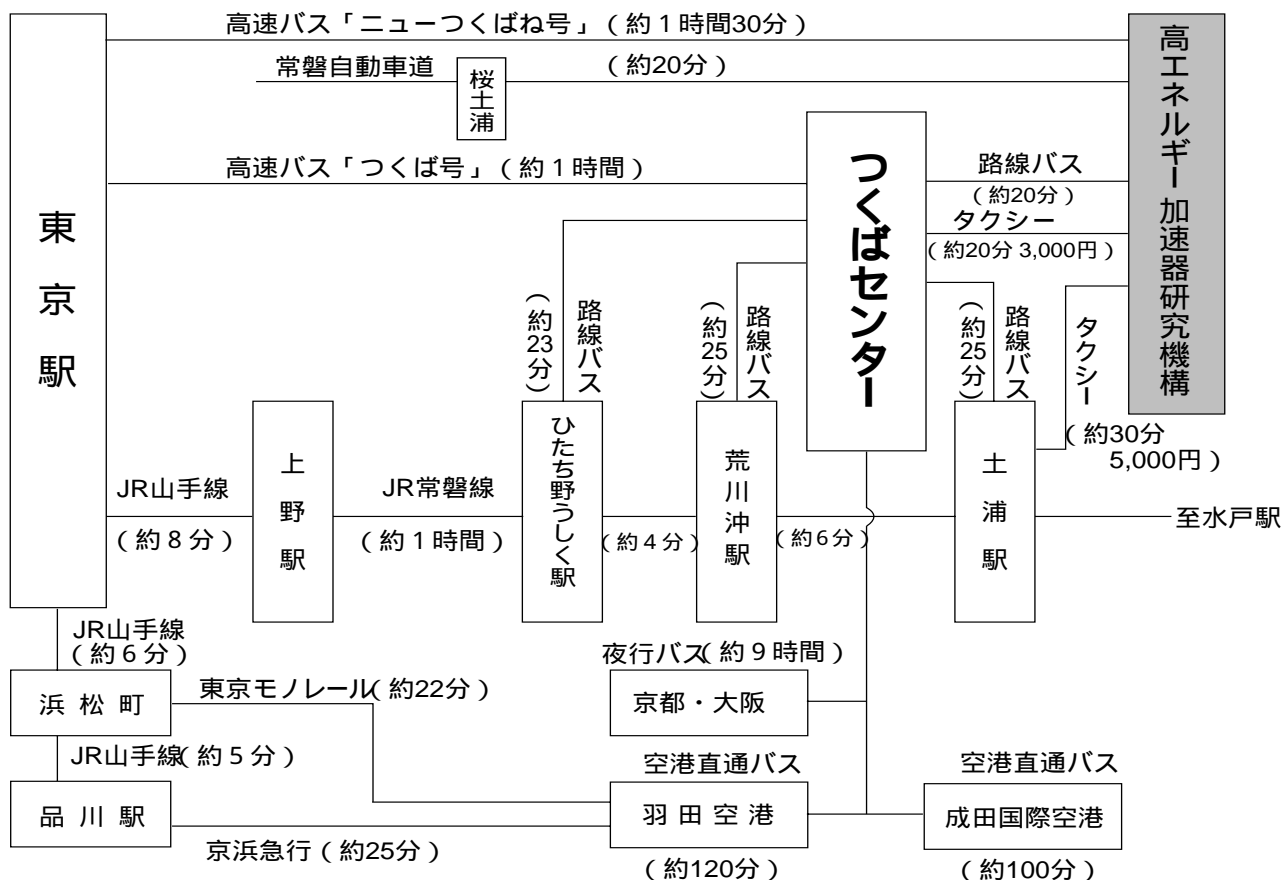
〒 305-0801　茨城県つくば市大穂 1-1
高エネルギー加速器研究機構
物質構造科学研究所　放射光研究施設内
PF ニュース編集委員会事務局
TEL：029-864-5196　FAX：029-864-2801
E-mail：pf-news@pfiqst.kek.jp
URL：http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/

編集後記

本誌の編集に参加し早 2 年、もう任期満了です。私の住む土地から PF でのお昼過ぎの 編集会議に出るには、朝始発のバス・地下鉄・新幹線・高速バスで PF に着き、会議後 同様に帰ると夜中の最終バスとなり文字通り丸一日仕事となります。いま本誌を改め て眺めるとそれも無駄骨ではなかったなと、それなりに満足しています。充実した巻末情報があれば食堂の営業時間もバスの時刻も間違えることもなく，電話番号も地図もこれ一冊で OK。ためになる研究記事も移動中や徹夜実験のお供に最適。その上、PF の最近の動向・現状・運転スケジュールまで把握できます。まさに本誌は PF への出張 には必携です。如何でしょう？（HY）

PF ニュースに関わって 2 年、外部編集委員も今回で終了です。この 2 年間結構 PF ニュースが変わったきたと感じています。最近 PF ニュースが良くなっているという声に励まされつつも、配布方法の変更は本当に PF ニュースを必要とする人に伝わっているのかと一抹の不安も抱く今日この頃です。この 2 年間の収穫は、研究だけでなく技術系の先生方も含めて様々な分野で活躍されている編集委員の方々とお会いできたことと、今までわりと“つんどく（読？）”状態だった種々の共同利用施設の機関紙に眼を通すようになったことです。さらなる PF と PF ニュースの発展を願っております。（Y.K.）

巻末情報

KEKアクセスマップ・バス時刻表

（KEK周辺タクシー会社：大曽根タクシー029-864-0301）

①②高速バス

（問い合わせ先：関鉄学園サービスセンター 029-852-5666　JRバス東京営業センター 03-3215-1468）

高速バス時刻表［ニューつくばね号］

2002年10月15日改正

所要時間　約１時間30分
運　　賃　東京駅←→高エネルギー加速研究機構（KEK）：1,470円（５枚綴り回数券6,100円）

東京駅八重洲南口→ＫＥＫ（筑波山行き）	
東京駅	ＫＥＫ
07：20	08：45
09：10	10：35
11：10	12：35
12：50	14：15
14：50	16：15
16：40	18：05
18：40	20：05
20：20	21：45

ＫＥＫ→東京駅日本橋口行き			
ＫＥＫ	上野駅	東京駅日本橋口	
	平日のみ	平日	休日
06：02	08：00	08：20	07：50
08：00	09：55	10：15	09：45
10：15	12：10	12：30	12：00
12：15	14：10	14：30	14：00
14：20	16：05	16：25	16：05
16：05	17：50	18：10	17：50
17：40	19：25	19：45	19：25
19：30	21：15	21：35	21：15

※上下便、高速道路後のバス停：谷田部、谷田部営業所、農林団地中央、果樹試験場入口、松代四丁目、自動車研究所、東光台研究団地、東光台一丁目、国土地理院、土木研究所、大穂支所、高エネルギー加速研究機構、北部工業団地入口、筑波支所前、常陸北条、筑波山

高速バス発車時刻表［つくば号］

1999年10月1日改正

運　賃　東京駅←→つくばセンター：1250円（5枚綴り回数券5200円）

所要時間　東京→つくば65分　つくば→上野90分（平日）　つくば→東京110分（平日）
つくば→東京80分（日祝日）

東京駅八重洲南口→つくばセンター行		
時	平　日	日　祝　日
5		
6	00 30	00 30
7	00 20 40 50	00 20 40 50
8	00 10 30 40 50	00 10 30 40
9	00 10 30 40 50	00 10 30 40
10	00 10 30 40 50	00 10 30 40
11	00 10 30 40 50	00 10 30 40
12	00 10 30 40 50	00 10 30 40
13	00 10 30 40	00 10 30 40
14	00 10 30 40	00 10 30 40
15	00 10 30 40 50	00 10 30 40 50
16	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
17	00 10 20 30 40 50	00 00 10 20 30 40 50
18	00 00 10 20 30 40 50	00 00 10 20 30 40 50
19	00 10 20 30 40 50	00 00 10 20 30 40 50
20	00 00 10 20 30 40 50	00 00 10 20 30 40 50
21	00 10 20 30 40 50	00 00 10 20 30 40 50
22	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
23	00 00	00 00

つくばセンター→東京駅日本橋口行		
時	平　日	日　祝　日
5	15 30 45	15 30 45
6	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
7	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
8	00 12 24 36 48	00 10 20 30 40 50
9	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
10	00 10 20 30 40 50	00 10 20 30 40 50
11	00 12 24 36 48	00 10 20 30 40 50
12	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
13	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
14	00 10 20 30 40 50	00 12 24 36 48
15	00 10 20 30 40 50	00 12 24 36 48
16	00 10 20 30 40 50	00 12 24 36 48
17	00 10 20 30 40 50	00 12 24 36 48
18	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
19	00 12 24 36 48	00 12 24 36 48
20	00 15 30 45	00 15 30 45
21	00 15 30	00 15 30
22		
23		

※　上りは、平日のみ上野駅経由
※　上下便、つくば市内でのバス停：竹園二丁目、千現一丁目、並木一丁目、並木大橋

③JR常磐線

（土浦駅発着）（問い合わせ先：土浦駅　029-822-9822）（2001年12月1日改定）

所要時間　土浦駅ー上野駅　（普）約70～80分〔1,100円〕　（快）約60分　（特）約50分〔1,100円＋950円（特急料金）〕
〔運　賃〕　土浦駅ー荒川沖駅　約6分〔190円〕　土浦駅ーひたち野うしく駅　約10分〔190円〕

JR常磐線上り								
土浦発	上野着	種別	土浦発	上野着	種別	土浦発	上野着	種別
5:20	6:28		9:44	10:28	特	16:15	17:24	
5:45	6:54		9:58	11:08		16:21	17:04	特
6:06	7:06	特	10:10	11:24		16:37	17:50	
6:10	7:20		10:21	11:04	特	16:47	18:01	
6:24	7:41		10:28	11:41		17:03	18:19	
6:31	7:28	特	10:36	11:50		17:16	18:28	
6:41	7:58	◇	10:47	12:08		17:21	18:04	特
6:46	7:57	◆	11:07	12:22		17:31	18:41	
6:50	7:52	◇快	11:21	12:04	特	17:47	19:07	
6:58	8:11	◇	11:27	12:40		18:07	19:18	
7:01	8:07	◆	11:37	12:53		18:16	19:28	
7:03	8:04	◇快	11:48	13:09		18:21	19:04	特
7:08	8:17	◇	12:07	13:25		18:31	19:48	
7:11	8:18	◆	12:16	13:31		18:48	20:02	
7:12	8:23	◇	12:21	13:04	特	19:09	20:21	
7:20	8:33	◇	12:33	13:49		19:21	20:04	特
7:21	8:33	◆	12:48	14:09		19:24	20:31	
7:29	8:39	◇	13:07	14:22		19:33	20:45	
7:31	8:40	◆	13:21	14:04	特	19:47	21:01	
7:35	8:52	◇	13:27	14:42		20:08	21:23	
7:44	8:52	◆	13:35	14:50		20:21	21:05	特
7:45	8:45	◇快	13:49	15:01		20:24	21:31	
7:59	8:55	特	14:07	15:21		20:37	21:47	
8:04	9:16		14:21	15:04	特	20:56	22:08	
8:21	9:10	特	14:27	15:40		21:13	22:25	
8:25	9:40		14:48	16:01		21:21	22:04	特
8:34	9:25	特	15:07	16:20		21:40	22:49	
8:52	10:07		15:21	16:05	特	21:54	22:34	特
9:10	9:59	特	15:25	16:33		21:56	23:02	
9:12	10:20		15:35	16:53		22:11	23:23	
9:29	10:40		15:49	17:02		22:21	23:05	特
9:38	10:50		15:53	16:35	特	22:36	23:40	

JR常磐線下り								
上野発	土浦着	種別	上野発	土浦着	種別	上野発	土浦着	種別
5:10	6:13		11:03	12:19		17:50	19:02	
6:03	7:13		11:16	12:28		18:10	19:24	
6:30	7:34		11:30	12:12	特	18:21	19:33	
6:46	7:57		11:34	12:51		18:30	19:14	特
7:00	7:39	特	11:50	13:01		18:37	19:48	
7:02	8:07		12:03	13:20		18:50	20:07	
7:30	8:15	特	12:16	13:28		19:03	19:59	快
7:35	8:42		12:30	13:13	特	19:12	20:23	
7:48	8:59	◇	12:34	13:48		19:20	20:32	
7:49	9:00	◆	12:50	14:01		19:30	20:13	特
8:00	8:50	特	13:03	14:19		19:38	20:52	
8:07	9:13	◇	13:16	14:29		19:50	21:01	
8:12	9:25	◆	13:30	14:13	特	20:03	21:09	
8:13	9:25	◇	13:34	14:48		20:13	21:28	
8:19	9:33	◇	13:50	15:01		20:30	21:15	特
8:27	9:37	◆	14:03	15:09		20:40	21:51	
8:30	9:19	特	14:16	15:30		20:51	22:02	
8:36	9:41	◇	14:30	15:15	特	21:03	22:10	
8:42	9:56	◇	14:34	15:47		21:17	22:27	
8:48	9:58	◆	14:50	16:01		21:30	22:16	特
8:48	10:04	◇	15:03	16:19		21:39	22:41	
9:02	10:10	◇	15:16	16:29		21:55	23:05	
9:10	10:23	◆	15:30	16:13	特	22:00	22:50	特
9:13	10:25	◇	15:34	16:48		22:17	23:32	
9:25	10:44		15:50	17:02		22:30	23:16	特
9:30	10:18	特	16:16	17:28		22:47	23:59	
9:49	11:01		16:30	17:12	特	23:00	23:51	特
10:03	11:19		16:38	17:47		23:12	0:18	
10:16	11:28		16:50	18:01		23:41	0:47	
10:30	11:13	特	17:11	18:23				
10:34	11:48		17:30	18:13	特			
10:50	12:01		17:33	18:45				

◇　土・休日運休　◆　土・休日運転
特　特急　快　通勤快速（荒川沖駅、ひたち野うしく駅には止まりません。）

④つくばセンター⟷KEK間

2003年2月1日改正

所要時間　約20分　　運賃　430円（KEK－土浦駅間の料金は760円）　つくばセンター乗り場１番

18系統：土浦駅東口～つくばセンター～筑波テクノパーク大穂　　C8A系統：つくばセンター～KEK～筑波テクノパーク大穂

61系統：つくばセンター～KEK～筑波駅　　71系統：つくばセンター～KEK～下妻駅

系統	土浦駅東口	つくばセンター	KEK	系統	土浦駅東口	つくばセンター	KEK
18	06:57	07:19	07:38	71		14:00	14:13
18	07:50	08:12	08:32	18	13:50	14:12	14:30
61		08:30	08:46	61		14:20	14:36
71		08:40	08:53	71		15:30	15:43
18	08:25	08:47	09:07	C8A		15:45	16:02
71		09:20	09:33	61		16:05	16:21
61		10:15	10:31	71		16:40	16:53
18	10:10	10:32	10:51	18	16:25	16:47	17:04
71		10:50	11:03	61		17:20	17:36
71		12:00	12:13	71		17:45	17:58
61		12:00	12:16	61		18:10	18:26
18	12:10	12:32	12:51	C8A		18:40	18:57
61		13:20	13:36	71		19:40	19:53

系統	KEK	つくばセンター	土浦駅東口	系統	KEK	つくばセンター	土浦駅東口
61	07:39	08:00		71	13:28	13:50	
71	07:43	08:05		61	13:49	14:10	
18	08:09	08:26	08:54	71	14:48	15:10	
71	08:38	09:00		C8	15:11	15:29	
18	09:07	09:25	09:52	61	15:34	15:55	
18	09:42	10:00	10:27	71	15:43	16:05	
61	09:49	10:10		18	16:36	16:54	17:24
71	10:18	10:40		61	16:44	17:05	
71	11:30	11:50		71	17:08	17:30	
18	11:31	11:49	12:16	61	17:29	17:50	
61	11:34	11:55		18	17:41	17:59	18:29
61	12:39	13:00		71	19:08	19:30	
18	13:24	13:42	14:09	18	19:27	19:45	20:13
				18	20:17	20:35	21:02

⑤土浦駅⟷つくばセンター

（H14. 12. 1 改正）

所要時間　約25分　　運　賃　510円　　つくばセンター乗り場３番

〈④の時刻表にも土浦駅⟷つくばセンター間の（18系統）が掲載されていますので、ご参照下さい。〉

土浦駅発			
◯06:05東	◎08:50	13:15	16:30
06:10東	◯09:00	13:30	16:45
06:10	◎09:10	13:45	17:00
06:30	◯09:15	13:45二	17:15
◯06:35東	09:30	14:00	◯17:20石
◯06:45石	09:45	14:00石	17:30
◯06:45	10:00	14:15	17:45
06:50	10:15	14:30	18:00
×07:05	10:30	◯14:45東	18:15
07:18	10:45	15:00	18:30
07:30二	11:00	15:15	18:50
×07:38	11:15	◎15:15二	19:10
◯07:55	11:30	15:30	19:38
⊗08:00	11:45	×15:40二	20:00
08:10	12:00	15:45	20:30
×08:13	12:15	16:00	21:05
08:30	12:35	◯16:10石	21:39
◯08:45	12:55	16:15	22:12

つくばセンター発			
◯06:03二	10:54	14:54	19:13
06:27	11:09	15:09	19:32
06:57	11:24	◯15:21二	19:52
◯07:06二	11:37	15:22	◎20:07
07:17	11:54	15:37	20:25
07:31二	12:09	15:54	20:52
◯07:33	12:22	16:07	21:22
×07:35	12:39	16:22	21:52
08:11	12:54	◯16:31二	22:24
08:33	13:07	16:39	22:37
08:46二	◎13:10二	16:54	
09:06	13:22	17:09	
09:22	13:37	17:26	
09:37	◯13:45二	17:41	
09:52	13:52	17:59	
10:09	14:09	18:19	
10:24	14:24	18:41	
10:39	14:37	18:56	

（凡例）
- ◯　土・日祝日運休
- ◎　土・日祝日運行
- ×　休校日運休
- ⊗　休校日運行
- 二　土浦二高経由
- 東　土浦駅東口発
- 石　石下駅行

⑥ひたち野うしく駅⟷つくばセンター

（H14. 12. 1 改正）

所要時間　約23分　　運　賃　500円　　（発時刻のみ）

平日					
ひたち野うしく駅発			つくばセンター発		
06:55	12:02	●17:12	06:20	11:28	●16:43
●07:07	●12:23	17:29	●06:35	●12:00	16:57
07:29	12:51	17:56	06:53	12:21	17:07
07:52	13:10	●18:20	07:12	12:40	17:19
●08:15	●13:23	18:35	●07:40	●12:49	●17:45
08:40	13:43	18:50	08:01	13:12	17:56
08:54	14:03	19:02	08:17	13:30	18:17
09:10	●14:25	●19:17	08:28	●13:48	18:28
●09:20	14:44	19:33	●08:45	14:05	●18:48
09:37	15:05	19:50	08:59	14:31	19:03
09:58	●15:24	20:10	09:22	●14:48	19:20
●10:20	15:43	●20:29	●09:48	15:12	19:40
10:34	16:02	20:50	10:02	15:31	●19:47
10:56	●16:28	21:05	10:23	●15:52	20:13
●11:24	16:44	●21:25	●10:48	16:10	20:30
11:44	16:57		11:05	16:24	●20:57

土曜・日祝日					
ひたち野うしく駅発			つくばセンター発		
07:35	13:00	18:40	07:00	12:30	18:10
07:55	13:30	●19:00	07:20	13:00	●18:30
●08:05	●14:05	19:30	●07:35	●13:50	18:55
08:40	14:25	19:45	08:05	14:05	19:10
●09:05	●15:10	20:05	●08:35	●14:30	19:30
09:30	15:25	●20:20	08:50	14:55	●19:45
09:55	16:00		09:20	15:25	
●10:15	●16:25		●09:40	●15:50	
10:35	16:45		10:05	16:15	
11:00	17:00		10:30	16:30	
●11:25	17:25		●10:50	16:50	
11:45	●17:45		11:10	●17:15	
12:10	18:05		11:35	17:30	
●12:30	18:20		●12:00	17:45	

ひたち野うしく駅⟷つくばセンター（直行バス）

ひたち野うしく駅発	つくばセンター着	つくばセンター発	ひたち野うしく駅着
◯07:40	08:00	◯17:28	17:48
◯07:55	08:15	◯17:58	18:18

（凡例）
- ●印…JRバス関東
- ◯印…土曜・日祝日および8/14・15・12/30・31運休

建築研究所行

⑦ 夜行バス

よかっぺ関西号〔水戸・つくば⟷京都・大阪〕

2001年12月19日改定

運行時刻表

水戸・つくば→京都・大阪		大阪・京都→つくば・水戸	
土浦駅東口	22：24	あべの橋駅（JR天王寺駅）	21：30
つくばセンター	22：48	上本町駅バスセンター	21：47
並木大橋	22：55	近鉄なんば駅西口（OCATビル）	22：02
京都駅八条口（近鉄改札前）	6：05	京都駅八条口（近鉄改札前）	23：04
近鉄なんば駅西口（OCATビル）	7：04	並木大橋	6：14
あべの橋駅（JR天王寺駅）	7：25	つくばセンター	6：21
ユニバーサルスタジオジャパン	7：55	土浦駅東口	6：43

料金表（大人）

区間	片道運賃	往復運賃
土浦駅東口・つくばセンター・並木大橋⟷京都駅八条口	8,900円	16,020円
土浦駅東口・つくばセンター・並木大橋⟷近鉄なんば駅西口以降	9,700円	17,460円

乗車券

・予約制。1ヶ月前より予約受付。乗車券は3日前までに購入。
・予約・問い合わせ先：関鉄学園サービスセンター　029−852−5666　予約受付時間（毎日9:00〜17:00）
　近鉄バス　06−6772−1631　予約受付時間（毎日9:00〜19:00）
　インターネット予約　http://www.kintetsu-bus.co.jp/
　http://www.j-bus.co.jp/
・水戸・土浦間の時刻、小人料金、詳しい搭乗場所については上記問い合わせ先へ。

⑧⑨空港直通バス

羽田空港⟷つくばセンター

1999年6月1日開業

所要時間：約120分（但し、渋滞すると3時間以上かかることもあります。）
運　　賃：1,800円

つくばセンター発		羽田空港着	
5：30	13：00	7：10	14：40
6：20	14：00	8：20	15：40
7：00	15：00	9：00	16：40
8：00	16：00	10：00	17：40
9：30	16：40	11：30	18：20
11：40	17：40	13：40	19：10

羽田空港発		つくばセンター着	
8：40	15：20	10：30	17：10
9：30	16：30	11：20	18：20
10：35	17：55	12：25	19：45
11：35	19：20	13：25	20：50
13：00	20：20	14：50	21：40
14：20	21：20	16：10	22：40

※　平日日祝日とも上記時刻表
※　羽田空港乗り場：1階到着ロビーバス乗り場12番
※　上下便、つくば市内でのバス停：竹園二丁目、千現一丁目、並木一丁目、並木大橋
※　問い合わせ：029−836−1145（関東鉄道）／03−3790−2631（京浜急行）

成田空港⟷つくばセンター（土浦駅東口行）
（AIRPORT LINER NATT'S）

1999年12月16日改正

所要時間：約100分　　運　　賃：2,540円
乗車券購入方法：
成田空港行：予約制。1カ月前から予約受付。乗車券は3日前までに購入。
　予約センター電話：029−852−5666（月〜土：8：30〜19：00　日祝日9：00〜19：00）
つくばセンター方面土浦駅東口行：成田空港1F京成カウンターにて当日販売

つくばセンター発		成田空港着	
6：20	13：25	8：00	15：05
7：20	14：35	9：00	16：15
8：50	15：50	10：30	17：30
10：20	17：35	12：00	19：15
11：55		13：35	

成田空港発		つくばセンター着	
7：20	16：15	9：00	17：55
9：05	17：20	10：45	19：00
10：35	18：40	12：15	20：20
12：50	20：00	14：30	21：40
14：35		16：15	

※　平日日祝日とも上記時刻表
※　上下便の全バス停：土浦駅東口、つくばセンター、ひたち野うしく駅、新利根町、成田空港

つくば市内宿泊施設

（確認日：2003. 1. 15）

① アーバンホテル
(http://www.urbanhotel.co.jp/uhotel.html)
TEL (029) 877-0001　6,500円～（税別）

② にいはり旅館
TEL (029) 864-2225　3,700円～（税別）

③ トレモントホテル
TEL (029) 851-8711　7,480円～（税別）

④ 筑波研修センター
TEL (029) 851-5152　3,600円～（税込）

⑤ オークラフロンティアホテルつくば
(http://www.okura-tsukuba.co.jp/index2.html)
TEL (029) 852-1112　10,972円～（税込）

⑥ ルートつくば
TEL (029) 860-2111　6,825円～（朝食付・税込）

⑦ オークラフロンティアホテル
つくばエポカル
(http://www.okura-tsukuba.co.jp/index2.html)
TEL (029) 860-7700　10,972円～（税込）

⑧ ホテルニューたかはし竹園店
TEL (029) 851-2255　5,500円～（税別）

⑨ ホテルデイリーイン
(http://www.yama-nami.co.jp/)
TEL (029) 851-0003　5,800円（税別）

⑩ ビジネスホテル山久
TEL (029) 852-3939　6,000円～（2食付・税込）

⑪ ビジネスホテル松島（新館）6,500円～（税込）
TEL (029) 856-1191（本館）6,000円～（税込）
㊗ 6,300円（3人～）（2食付・税込）

⑫ ホテルグランド東雲（新館）7,350円～（税込）
TEL (029) 856-2212（本館）6,300円～（税込）

⑬ つくばスカイホテル
(http://www.yama-nami.co.jp/)
TEL (029) 851-0008　6,000円～（税別）

⑭ 学園桜井ホテル
(http://www.gakuen-hotel.co.jp/)
TEL (029) 851-3011　6,350円～（税別）

⑮ ビジネス旅館二の宮
TEL (029) 852-5811　5,000円～
（二人部屋のみ　2食付・税込）

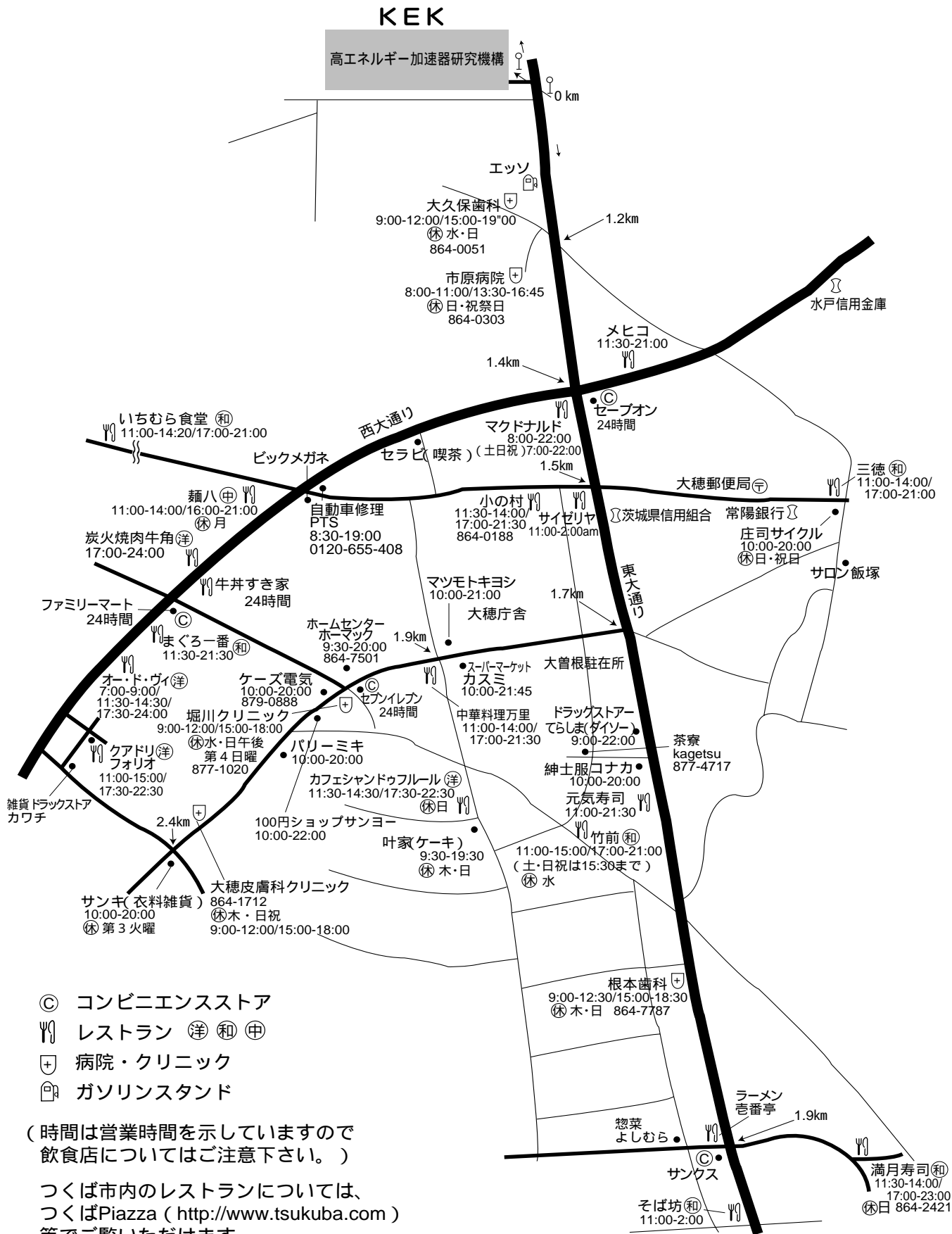
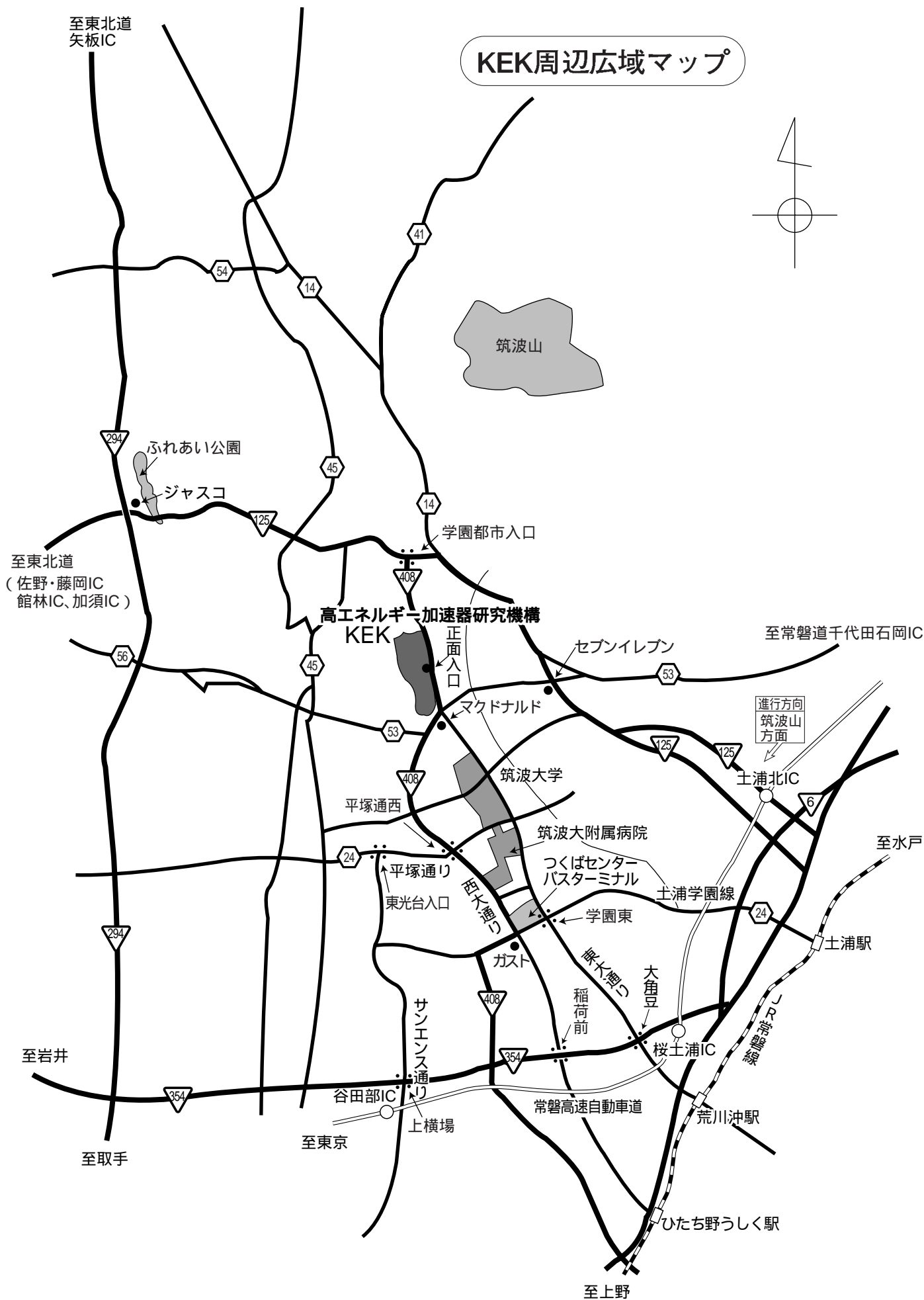
⑯ ペンション学園
TEL (029) 852-8603　4,700円～（税込）
21,000円（7日以内・税込）

⑰ ホテルスワ
TEL (029) 836-4011　6,825円～（税込）
6,090円（会員・税込）

KEK周辺生活マップ

（確認日：2003. 1. 28）

放射光研究施設研究棟、準備棟より守衛所までは約800m

KEK周辺広域マップ
至東北道
矢板IC
筑波山
ふれあい公園
ジャスコ
学園都市入口
至東北道
（佐野・藤岡IC
館林IC、加須IC）
高エネルギー加速器研究機構
KEK
正面入口
セブンイレブン
至常磐道千代田石岡IC
マクドナルド
進行方向
筑波山
方面
土浦北IC
筑波大学
平塚通西
筑波大附属病院
至水戸
つくばセンター
バスターミナル
平塚通り
西大通り
東光台入口
土浦学園線
学園東
土浦駅
ガスト
東大通り
大角豆
稲荷前
サンエンス通り
JR常磐線
至岩井
桜土浦IC
谷田部IC
上横場
常磐高速自動車道
荒川沖駅
至東京
至取手
ひたち野うしく駅
至上野
0 1 2 km

KEK内福利厚生施設

ユーザーの方は、これらの施設を原則として、機構の職員と同様に利用することができます。各施設の場所は後出の「高エネルギー加速器研究機構平面図」をご参照下さい。

●図書室（研究本館1階　内線3029）
開室時間：月～金　9:00～17:00
閉 室 日：土、日、祝、12/28～1/4、蔵書点検日
機構発行のIDカードがあれば開室時間以外でも入館可能。詳しくは下記URLをご覧下さい。
(http://www-lib.kek.jp/riyou/index.html)

●保健室（医務室）（内線5600）
勤務時間中に発生した傷病に対して、応急処置を行うことができます。健康相談(第二・第四月曜日午後)も行っており、希望者は、事前に保健室へ申し込んでください。
場　　所　管理棟1階
開室時間　8:30～17:00（月曜日～金曜日）

●食　堂「カフェテリア」(内線2986)
営　業　月曜日～金曜日
ただし祝日及び年末年始は休業
朝食　8:10～ 9:30
昼食　11:30～13:30
夕食　17:00～19:00

●レストラン「くらんべりぃ」(内線2987)
ウェイトレスがサービスする方式で、各種メニューを用意しています。
場　所　職員会館1階
営　業　月曜日～金曜日
ただし祝日及び年末年始は休業
朝食　8:00～ 9:30（オーダーストップ　9:15）
昼食　11:30～13:30（オーダーストップ13:15）
夕食　17:00～20:30（オーダーストップ20:00）
昼の弁当配達サービス　月曜日～金曜日及び営業している土曜日
(注文は当日午前9時30分まで。メニューは日替わり。)

＊＊土曜日の食事＊＊
上記の食堂とレストランが隔週交替で営業しています。朝食 8:00～ 9:30（オーダーストップ　9:15）
昼食11:30～13:30（オーダーストップ13:15）

●理容室、売店、書店
国際交流施設建設に伴い3月末（予定）まで休業。

●自転車貸出方法（受付［監視員室］内線3800）
自転車の貸出方法が下記の通り変更になっていますので、ご注意下さい。
・貸出は実験ホール入口の監視員室で行う。
・貸出は一往復を単位とし、最長半日とする。
・使用後は所定の自転車スタンドへ戻し、鍵は監視員室へ速やかに戻す。

●常陽銀行ATM（食堂入口脇）
取扱時間：9:00～18:00（平日）
9:00～17:00（土）
日・祝日の取扱いはありません。常陽銀行以外の金融機関もカードのみの残高照会、引出しが可能です。

●郵便ポスト（計算機棟正面玄関前）
収集時間：17:00（平日のみ）

●ドミトリー、ユーザーズオフィスについては、ホームページ(http://pfwww.kek.jp/publications/pfnews/dorm.pdf）をご覧下さい。

ビームライン担当一覧表（2003. 2. 1）

ビームライン	光源		BL担当者	
ステーション	形態	ステーション／実験装置名	担当者	担当者（所外）
	（●共同利用、○建設／立ち上げ中、☆所外、★協力BL）			
BL-1		**BM**	**小野／仲武**	
BL-1A	○	結晶分光型六軸回折・極限条件下ワイセンベルグカメラ	澤	
BL-1B	●	極限条件下粉末X線回折装置	澤	
BL-1C	●	XUV不等間隔平面回折格子分光器	小野／仲武	
BL-2		**U**	**北島**	
BL-2A	●	軟X線２結晶分光ステーション	北島	
BL-2C	●	軟X線不等間隔平面回折格子分光器	柳下	
BL-3		**BM**	**東**	
BL-3A	●	収束単色・白色X線ステーション	田中	
BL-3B	●	XUV 24m球面回折格子分光器（SGM）	東	
BL-3C1	●	白色X線ステーション	安達・河田	
BL-3C2	●	X線光学素子評価ステーション	安藤	
BL-3C3	●	X線磁気回折装置	安達・河田	
BL-4		**BM**	**澤**	
BL-4A	●	収束単色・白色X線ステーション	飯田	
BL-4B1	●	極微小結晶・微小領域回折装置	大隅	
BL-4B2	●★	多連装粉末X線回折装置	田中	虎谷（名工大）
BL-4C	●	結晶分光型六軸回折計	若林	
BL-5	○	**タンパク質結晶構造解析ステーション**	**鈴木（守）**	
BL-6		**BM**	**鈴木（守）**	
BL-6A	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	五十嵐	
BL-6B	●	巨大分子用実験ステーション	鈴木（守）	坂部（SBSP）
BL-6C	○	巨大分子用実験ステーション	鈴木（守）	坂部（SBSP）
BL-7		**BM**	**伊藤（雨宮：東大 029-864-3584）**	
BL-7A（東大・スペクトル）	☆●	軟X線不等間隔平面回折格子分光器	伊藤	雨宮（東大）
BL-7B（東大・スペクトル）	☆●	瀬谷波岡分光器	伊藤	雨宮（東大）
BL-7C	●	収束単色X線ステーション	岩住	
BL-8（日立）		**BM**	**間瀬（尾形：日立 029-864-3629）**	
BL-8A	☆●	軟X線平面回折格子分光器（SX700）	間瀬	尾形（日立）
BL-8B	☆●	広帯域XAFSステーション	間瀬	尾形（日立）
BL-8C2	☆●	白色X線ステーション	間瀬	尾形（日立）
BL-9		**BM**	**野村**	
BL-9A	●	XAFSステーション	野村	
BL-9C	●	収束単色・白色X線ステーション	野村	
BL-10		**BM**	**小林（克）**	
BL-10A	●	垂直型四軸X線回折装置	田中	
BL-10B	●	XAFSステーション	宇佐美	
BL-10C	●★	溶液用小角散乱ステーション	小林（克）	野島（東工大）
BL-11		**BM**	**北島**	
BL-11A	●	軟X線不等間隔回折格子分光器	北島	
BL-11B	●	軟X線２結晶分光ステーション	北島	
BL-11C	●	固体用瀬谷波岡分光器（SSN）	仲武／小野	
BL-11D	●	軟X線可変偏角分光器	仲武／小野	
BL-12		**BM**	**伊藤**	
BL-12A	●	軟X線2m斜入分光器（GIM）	柳下	
BL-12B	●	高分解能極紫外垂直分散分光器（6VOPE）	伊藤	
BL-12C	●	収束単色X線実験ステーション	野村	

BL-13		**ＭＰＷ／Ｕ**	**間瀬**	
BL-13A	●	レーザー加熱超高圧実験ステーション	亀卦川	
BL-13B1	●	XAFS測定装置	亀卦川	
BL-13B2	●	高温高圧X線実験装置	亀卦川	
BL-13C	●★	軟X線50m-CGM分光器	間瀬	島田（産総研）
BL-14		**ＶＷ**	**岸本**	
BL-14A	●	二結晶収束単色X線ステーション	岸本	
BL-14B	●	精密X線回折実験ステーション	平野	
BL-14C1	●	白色・単色X線ステーション	兵藤	
BL-14C2	●	高温・高圧実験ステーション	亀卦川	
BL-15		**ＢＭ**	**河田**	
BL-15A	●★	X線小角散乱ステーション	鈴木（守）	若林（阪大）
BL-15B1	●	高速X線トポグラフィ・X線磁気散乱	杉山	
BL-15B2	●	表面X線回折実験ステーション	杉山・河田	
BL-15C	●	精密X線回折ステーション	平野	
BL-16		**ＭＰＷ／Ｕ**	**澤**	
BL-16A1	●	白色・単色多目的強力X線実験ステーション	若林	
BL-16A2	●	結晶分光型六軸回折計	若林	
BL-16B	●	XUV高分解能球面回折格子分光器(H-SGM)	足立	
BL-17（富士通）		**ＢＭ**	**飯田（淡路：富士通 029-864-3582）**	
BL-17A	☆●	２結晶単色X線ステーション	飯田	淡路（富士通）
BL-17B	☆●	白色VUVステーション	飯田	淡路（富士通）
BL-17C	☆●	白色・単色X線ステーション	飯田	淡路（富士通）
BL-18		**ＢＭ**	**柳下（木下:東大物性研 029-864-2489）**	
BL-18A（東大・物性研）	☆●	表面･界面光電子分光実験ステーション	柳下	木下（東大物性研）
BL-18B	●	タンパク質結晶構造解析ステーション	鈴木（守）	
BL-18C	●	超高圧下粉末X線回折計	亀卦川	
BL-19（東大・物性研）		**Ｕ**	**柳下（木下:東大物性研 029-864-2489）**	
BL-19A	☆●	スピン偏極光電子分光実験ステーション	柳下	木下（東大物性研）
BL-19B	☆●	分光実験ステーション	柳下	辛　（東大物性研）
BL-20		**ＢＭ**	**伊藤**	
BL-20A	●	３ｍ直入射型分光器	伊藤	
BL-20B (ANBF)	☆●	多目的単色･白色X線回折散乱実験ステーション	大隅	G. Foran(Australia) 029-864-7959
BL-27		**ＢＭ**	**小林（克）**	
BL-27A	○	放射性試料用軟X線実験ステーション	小林（克）	
BL-27B	○	放射性試料用X線実験ステーション	宇佐美	
BL-28		**ＥＭＰＷ／ＨＵ**	**小出**	
BL-28A	●	円偏光XUV定偏角分光器	小出	
BL-28B	●	円偏光X線実験ステーション	岩住	
PF-AR				
AR-NE1		**ＥＭＰＷ／ＨＵ**	**河田**	
AR-NE1A1	●	磁気コンプトン散乱・高分解能コンプトン散乱ステーション	河田	
AR-NE1A2	●	臨床応用	兵藤	
AR-NE1B	●	軟X線10m縦分散斜入射分光器	小出	
AR-NE3		**Ｕ**	**張**	
AR-NE3A	●	高分解能X線分光装置、高速X線検出装置	張	
AR-NE5		**ＢＭ**	**兵藤**	
AR-NE5A	●	医学診断用２次元撮像装置	兵藤	
AR-NE5C	●★	高温高圧実験ステーション	亀卦川	加藤（筑波大）
AR-NW2		**Ｕ**	**河田**	
AR-NW2A	○	時分割XAFS及び大強度XAFSステーション	河田	
AR-NW12		**Ｕ**	**松垣**	
AR-NW12A	○	タンパク質結晶構造解析ステーション	松垣	

高エネルギー加速器研究機構平面図
（物質構造科学研究所放射光研究施設関係分）

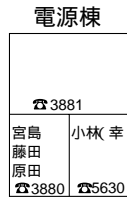
PF-AR実験棟
中性子、中間子研究施設監視員室
中性子、中間子研究施設
放射光光源棟
放射光研究棟
実験準備棟
電子陽電子線型加速器
構造生物実験準備棟
放射線管理棟
1号館
2号館
3号館
工作棟
低温棟
保健室
管理棟
化学実験棟
4号館
放射線受付コンテナ
図書室
ユーザーズオフィス
研究本館
計算機棟
書店・売店・理容室
食堂
守衛所
レストランくらんべりぃ
共同利用研究者宿泊施設1・2・3・4号棟
外国人研究員宿泊施設
↑ 筑波駅 つくばテクノパーク大穂
バス停 高エネルギー加速器研究機構
つくばセンター 土浦駅 東京駅 ↓
N
0 100M 200M 300M 400M

共同利用ユーザーに関するその他設備の担当者一覧(1)

【共通設備】

X線準備室 田中（4643）
生物準備室 宇佐美（4581）
生理準備室 川崎（4347）
結晶準備室 五十嵐（4712）
蒸着室 内田（4599）
低温室 五十嵐（4712）
結晶加工室 PF 佐藤(昌)（4373）
PF-AR 張（4212）
暗室 杉山（4421）
化学試料準備室 足立（4348）
工作室 PF 森(丈)（4361）
PF-AR 亀卦川（4359）

【支援業務】

ストックルーム PF真空部品 菊地（4420）
電気部品 豊島（4381）
PF-AR 佐藤(昌)（4373）
ユーザー控え室 河田（4363）
仮眠室 菊地（4420）
女子更衣室 宇佐美（4581）

実験準備室

実験準備室7	実験準備室5 穂坂 青戸 ☎3874	実験準備室3 ユーザー控室 三浦 ☎3873	実験準備室1 ユーザー控室 ☎3858
堀場 水口 ☎5709	実験準備室6 森本 ☎5708	実験準備室4 ☎5650	実験準備室2 ユーザー控室 ☎3872